

AN: PAT 1997-012851

TI: Fuel supply system for IC engine has relief valve between two fuel pumps which allows fuel pressure at injectors to be reduced depending on engine conditions

PN: DE19539883-A1

PD: 28.11.1996

AB: The fuel feed system has a tank, two fuel pumps (6,12) and at least one valve. The first pump brings the fuel from the tank to a supply pipe (10) and the second pump delivers it from here to the injector where it can enter the combustion chamber indirectly. A relief valve (33) is provided so that the fuel pressure in the fuel line leading to the injectors can be reduced, depending on the engine operating conditions. It passes back surplus fuel to the fuel tank (2). The relief valve is electrically operated. There is a storage chamber between the second pump and the injectors.; Prevents pressure build-up of fuel, leading to external leakages or dripping into combustion chamber.

PA: (BOSC) BOSCH GMBH ROBERT;

IN: DEICHSEL H; MUELLER U; REMBOLD H; STUTZENBERGER H;

FA: DE19539883-A1 28.11.1996; KR450915-B 29.12.2004;
FR2734602-A1 29.11.1996; JP08319913-A 03.12.1996;
US6058912-A 09.05.2000;

CO: DE; FR; JP; KR; US;

IC: F01L-013/00; F02D-041/30; F02D-041/32; F02D-041/38;
F02M-037/00; F02M-037/04; F02M-037/18; F02M-037/20;
F02M-069/16; F02M-069/30;

MC: X22-A02;

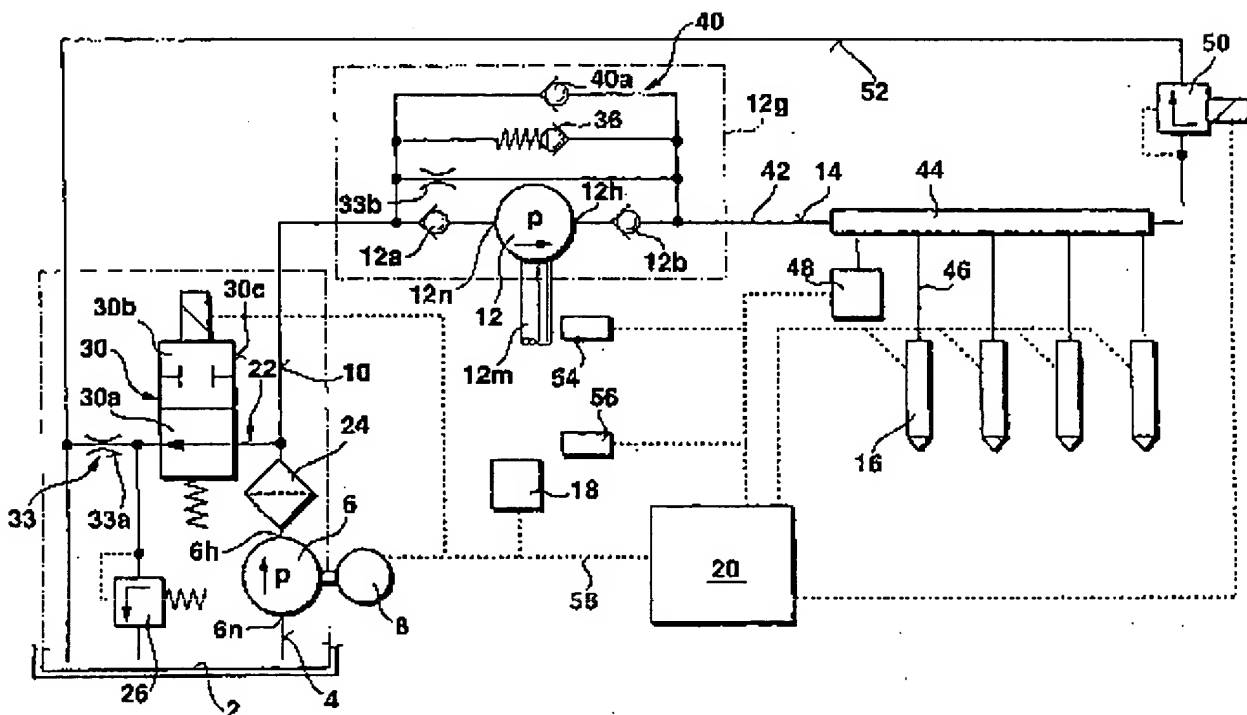
DC: Q51; Q53; X22;

FN: 1997012851.gif

PR: DE1019300 26.05.1995;

FP: 28.11.1996

UP: 03.05.2005



BEST AVAILABLE COPY

This Page Blank (uspto)



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 39 883 A 1**

⑤ Int. Cl.⁸:
F 02 M 37/20
F 02 M 37/18
F 01 L 13/00
F 02 M 69/30

⑳ Aktenzeichen: 195 39 883.1
㉔ Anmeldetag: 28. 10. 95
㉕ Offenlegungstag: 28. 11. 98

DE 195 39 883 A 1

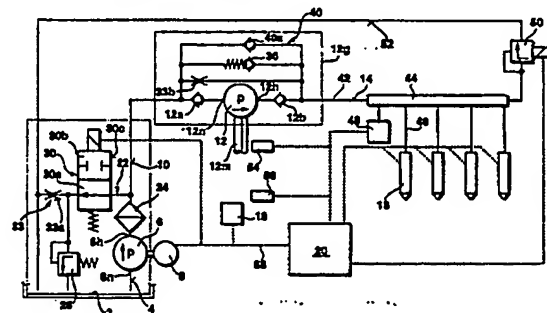
③① Innere Priorität: ③② ③③ ③①
26.05.95 DE 195193008

㉑ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉒ Erfinder:
Rembold, Helmut, Dipl.-Ing., 70435 Stuttgart, DE;
Deichsel, Hans, Dipl.-Ing. (FH), 71711 Murr, DE;
Stutzenberger, Heinz, Dr.-Ing. Dr., 71665 Vaihingen,
DE; Mueller, Uwe, Dipl.-Ing., 70825
Kornthal-Muenchingen, DE

⑤④ **Kraftstoffversorgungsanlage und Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine**

⑤⑦ Bei Kraftstoffversorgungsanlagen mit zwei in Reihe geschalteten Pumpen und direkt in den Brennraum einspritzenden Kraftstoffventilen herrscht in der zu den Kraftstoffventilen führenden Druckleitung ein sehr hoher Druck. Dieser sehr hohe Druck kann bei abgestellter Brennkraftmaschine zu Sicherheitsproblemen und Funktionsproblemen führen. Es wird nun vorgeschlagen, eine Entlastungseinrichtung (33, 33') vorzusehen. Die Entlastungseinrichtung (33, 33') kann in einer einfachen Ausführungsform dafür sorgen, daß sich bei abgestellter Brennkraftmaschine der Druck in der Druckleitung abbauen kann. Die Entlastungseinrichtung (33, 33') kann aber auch so ausgeführt sein, daß während der gesamten Betriebszeit der Brennkraftmaschine der Druck in der Druckleitung (14) jederzeit bedarfsgerecht abgesenkt werden kann.
Die Vorrichtung und das Verfahren sind für eine Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs vorgesehen.



DE 195 39 883 A 1

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Kraftstoffversorgungsanlage zum Zuliefern von Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. einem Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 20.

Bisher gab es Kraftstoffversorgungsanlagen, bei denen eine erste Kraftstoffpumpe aus einem Kraftstoffvorratsbehälter Kraftstoff über eine Kraftstoffverbindung zu einer zweiten Kraftstoffpumpe fördert. Die zweite Kraftstoffpumpe ihrerseits fördert den Kraftstoff über eine Druckleitung zu mindestens einem Kraftstoffventil. Üblicherweise ist die Anzahl der Kraftstoffventile gleich der Anzahl der Zylinder der Brennkraftmaschine. Die Kraftstoffversorgungsanlage kann so gebaut sein, daß das Kraftstoffventil den Kraftstoff direkt in einen Brennraum der Brennkraftmaschine spritzt. Beim Betrieb dieser Kraftstoffversorgungsanlage ist ein hoher Druck in der zum Kraftstoffventil führenden Druckleitung erforderlich.

Da während des Betriebs der Brennkraftmaschine in der Kraftstoffverbindung und mehr noch in der zum Kraftstoffventil führenden Druckleitung ein hoher Druck herrscht, kann es zu Problemen führen, wenn dieser hohe Druck nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine nicht abgebaut wird. Wird dieser hohe Druck nicht abgebaut, dann kann im Reparaturfall Kraftstoff nach außen gelangen. Wenn die Druckleitung nicht druckentlastet wird, dann besteht die Gefahr, falls eines der in den Brennraum führenden Kraftstoffventile nicht vollständig schließt, daß bei abgestellter Brennkraftmaschine Kraftstoff in einen Brennraum der Brennkraftmaschine gelangt.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Kraftstoffversorgungsanlage mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 20 bietet wegen der vorgesehenen Entlastungseinrichtung den Vorteil, daß der Druck des Kraftstoffs in der Druckleitung abgesenkt werden kann, falls die augenblickliche Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine dies erfordert.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Kraftstoffversorgungsanlage nach dem Anspruch 1 bzw. dem Verfahren nach dem Anspruch 20 möglich.

Ist die Entlastungseinrichtung so gestaltet, daß der Kraftstoff aus der Druckleitung über die Kraftstoffverbindung in den Kraftstoffvorratsbehälter geführt wird, dann bietet dies den Vorteil, daß keine bzw. nur wenig zusätzliche Leitungswege für die Entlastungseinrichtung erforderlich sind.

Da in der Kraftstoffverbindung ein wesentlich niedrigerer Druck als in der Druckleitung herrscht, ist es bei manchen Anwendungen der Kraftstoffversorgungsanlage ausreichend, wenn sich bei abgestellter Brennkraftmaschine nur der Druck in der Druckleitung in Richtung der Kraftstoffverbindung abbauen kann. Dies ergibt vorteilhafterweise eine besonders einfach herzustellende Ausführungsform.

Ist die Entlastungseinrichtung so gestaltet, daß der Kraftstoff aus der Druckleitung unter Umgehung der Kraftstoffverbindung in den Kraftstoffvorratsbehälter geführt wird, dann bietet dies den Vorteil, daß der Druckabbau in der Druckleitung nicht durch den hydraulischen Widerstand der Kraftstoffverbindung und durch sonstige Ventile im Bereich der ersten Kraftstoffpumpe behindert wird.

Es besteht die Möglichkeit, die Entlastungseinrichtung mit Drosseln mit konstantem Querschnitt zu realisieren. Dies bietet den Vorteil, daß sich mit dem Abstellen der Kraftstoffpumpen der Druck in der Druckleitung, je nach Durchflußquerschnitt der Drosseln, in relativ kurzer Zeit abbaut. Vorteilhafterweise ist dazu keine zusätzliche Stellkraft (z. B. Stellkraft eines Elektromagneten) erforderlich.

Ist die Entlastungseinrichtung elektrisch steuerbar, so bietet dies den Vorteil, daß eine Steuerungseinrichtung vorgesehen werden kann, die, je nach Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine, in Abhängigkeit eines der Steuerungseinrichtung eingegebenen Programms, den Druck in der Druckleitung bedarfsgerecht kontrolliert. Beispielsweise kann die Steuerungseinrichtung so ausgelegt sein, daß sie den Druck in der Druckleitung nicht nur nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine absenkt, sondern auch während des Betriebs der Brennkraftmaschine, um z. B. den Druck in der Druckleitung im Teillastbereich gegenüber dem während des Vollastbereichs herrschenden Druck abzusenken.

Die Entlastungseinrichtung kann beispielsweise ein zwei Schaltstellungen aufweisendes Schaltventil umfassen. Dies bietet den Vorteil, die Kraftstoffversorgungsanlage so auszubilden, daß mit dem relativ einfachen Ventil ein schneller Druckabbau in der Druckleitung möglich ist.

Die Entlastungseinrichtung kann beispielsweise auch mit einem Ventil versehen sein, welches eine Vielzahl von Zwischen-Schaltstellungen aufweist. Dies bietet den Vorteil, daß der Druck in der Druckleitung sehr feinfühlig, bedarfsgerecht abgesenkt werden kann.

Es ist möglich, die Kraftstoffversorgungsanlage zusätzlich mit einer einen Speisedruck in der Kraftstoffverbindung beeinflussenden Ventileinrichtung vorzusehen. Dies bietet eine vorteilhafte Möglichkeit zum schnellen und zuverlässigen Starten der Brennkraftmaschine.

Wird die Ventileinrichtung durch einen blockierbaren Druckregler gebildet, dann reduziert dies vorteilhafterweise wesentlich den erforderlichen Bauaufwand und die Anzahl der benötigten Teile.

Die aus der Druckleitung in die Kraftstoffverbindung führende Rückleitung bewirkt, daß zumindest ein Teil des von der zweiten Kraftstoffpumpe überschüssig geförderten Kraftstoffs aus der Druckleitung in die Kraftstoffverbindung strömen kann, was den Vorteil hat, daß sich der Kraftstoff im Kraftstoffvorratsbehälter weniger stark erwärmt.

Mit der aus der Druckleitung in den Kraftstoffvorratsbehälter führenden Rückleitung kann die Druckleitung auf vorteilhafte Weise gespült werden. Die in den Kraftstoffvorratsbehälter führende Rückleitung bietet insbesondere den Vorteil, daß aus dem Kraftstoff gegebenenfalls austretende Dampfblasen in den Kraftstoffvorratsbehälter abgeleitet werden.

Ist die Drossel in der in den Kraftstoffvorratsbehälter führenden Rückleitung temperatur- und/oder druckabhängig steuerbar, so bietet dies den Vorteil, daß die Kraftstoffversorgungsanlage der jeweils herrschenden

Betriebsbedingung (z. B. Kaltstart, Heißstart, Normalbetrieb usw.) besonders zweckmäßig angepaßt werden kann.

Zeichnung

Ausgewählte, besonders vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen die Fig. 1 und 2 je ein ausgewähltes, besonders vorteilhaft ausgebildetes Ausführungsbeispiel der Kraftstoffversorgungsanlage, die Fig. 3, 4, 7, 11 und 12 unterschiedlich ausgebildete, beispielhafte Einzelheiten der erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungsanlage und die Fig. 5, 6 und 8 bis 10 weitere ausgewählte, besonders vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die erfindungsgemäße Kraftstoffversorgungsanlage zum Zumessen von Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine kann bei verschiedenen Arten von Brennkraftmaschinen verwendet werden. Entsprechendes gilt auch für das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine. Die Brennkraftmaschine ist beispielsweise ein Ottomotor mit äußerer oder innerer Gemischbildung und Fremdzündung, wobei der Motor mit einem hin- und hergehenden Kolben (Hubkolbenmotor) oder mit einem drehbar gelagerten Kolben (Wankel-Kolbenmotor) versehen sein kann. Die Brennkraftmaschine kann beispielsweise auch ein Hybridmotor sein. Bei diesem Motor mit Ladungsschichtung wird das Kraftstoff-Luftgemisch im Bereich der Zündkerze so weit angereichert, daß eine sichere Entflammung garantiert ist, die Verbrennung im Mittel aber bei stark abgemagertem Gemisch stattfindet.

Der Gaswechsel im Brennraum der Brennkraftmaschine kann beispielsweise nach dem Viertaktverfahren oder nach dem Zweitaktverfahren erfolgen. Zur Steuerung des Gaswechsels im Brennraum der Brennkraftmaschine können in bekannter Weise Gaswechselventile (Einlaßventile und Auslaßventile) vorgesehen sein. Die Brennkraftmaschine kann so ausgebildet sein, daß mindestens ein Kraftstoffventil den Kraftstoff direkt in den Brennraum der Brennkraftmaschine spritzt. Die Steuerung der Leistung der Brennkraftmaschine erfolgt vorzugsweise durch Steuerung der dem Brennraum zugeführten Menge an Kraftstoff. Es kann aber auch vorgesehen sein, daß das Kraftstoffventil den Kraftstoff am Einlaßventil zum Brennraum vorlagert. Bei dieser Ausführung wird die für die Verbrennung des Kraftstoffs dem Brennraum zugeführte Luft üblicherweise mit einer Drosselklappe gesteuert. Über die Stellung der Drosselklappe kann die von der Brennkraftmaschine abzugebende Leistung gesteuert werden.

Die Brennkraftmaschine besitzt beispielsweise einen Zylinder mit einem Kolben, oder sie kann mit mehreren Zylindern und mit einer dementsprechenden Anzahl Kolben versehen sein. Vorzugsweise ist je Zylinder je ein Kraftstoffventil vorgesehen.

Um den Umfang der Beschreibung nicht unnötig umfangreich ausfallen zu lassen, beschränkt sich die nachfolgende Beschreibung der Ausführungsbeispiele auf einen Hubkolbenmotor mit vier Zylindern als Brennkraftmaschine, wobei die vier Kraftstoffventile den Kraftstoff, üblicherweise Benzin, direkt in den Brennraum der Brennkraftmaschine hineinspritzen. Die Leistung der

Brennkraftmaschine wird über Steuerung der eingespritzten Kraftstoffmenge gesteuert. Bei Leerlauf und (unterer) Teillast erfolgt eine Ladungsschichtung mit Kraftstoffanreicherung im Bereich der Zündkerze. Außerhalb dieses Bereichs ist das Gemisch sehr mager. Bei Vollast bzw. oberer Teillast wird eine homogene Verteilung zwischen Kraftstoff und Luft im Brennraum angestrebt.

Bei der nachfolgenden Beschreibung wird vereinfachend zwischen einem normalen Betriebszustand der Brennkraftmaschine und einem Startvorgang unterschieden. Nachfolgend wird unter dem Startvorgang der Vorgang vom Beginn des Startens der Brennkraftmaschine bis zum Erreichen des normalen Betriebszustands verstanden. Unter dem Ausdruck normaler Betriebszustand soll nachfolgend der Betrieb der Brennkraftmaschine unter Betriebsbedingung verstanden werden, wobei die Betriebsbedingung sehr verschieden sein kann.

Die Fig. 1 zeigt einen Kraftstoffvorratsbehälter 2, eine Saugleitung 4, eine erste Kraftstoffpumpe 6, einen Elektromotor 8, eine Kraftstoffverbindung 10, eine zweite Kraftstoffpumpe 12, eine Druckleitung 14, vier Kraftstoffventile 16, eine Energieversorgungseinheit 18 und eine elektrische bzw. elektronische Steuerungseinrichtung 20. Die Kraftstoffventile 16 werden in Fachkreisen häufig als Einspritzventile oder Injektoren bezeichnet.

Die erste Kraftstoffpumpe 6 besitzt eine Druckseite 6h und eine Saugseite 6n. Die zweite Kraftstoffpumpe 12 hat eine Hochdruckseite 12h und eine Niederdruckseite 12n. Die Kraftstoffverbindung 10 führt von der Druckseite 6h der ersten Kraftstoffpumpe 6 zur Niederdruckseite 12n der zweiten Kraftstoffpumpe 12. Aus der Kraftstoffverbindung 10 zweigt eine Kraftstoffleitung 22 ab. Über die Kraftstoffleitung 22 kann Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung 10 direkt in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 zurückgeleitet werden. Im Verlauf der Kraftstoffverbindung 10 zwischen der ersten Kraftstoffpumpe 6 und der zweiten Kraftstoffpumpe 12 gibt es einen Filter 24.

In der Kraftstoffleitung 22 ist ein Drucksteuerventil 26 und eine Ventileinrichtung 30 vorgesehen. Das Drucksteuerventil 26 und die Ventileinrichtung 30 sind wirkungsmäßig hintereinandergeschaltet. D. h., das Drucksteuerventil 26 und die Ventileinrichtung 30 befinden sich schaltungsmäßig in Reihe. Die Ventileinrichtung 30 kann, in Strömungsrichtung betrachtet, vor oder hinter dem Drucksteuerventil 26 vorgesehen sein. Das Drucksteuerventil 26 und die Ventileinrichtung 30 können auch in Form eines einzigen Ventilelements realisiert sein.

Die Ventileinrichtung 30 ist bei dem in der Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ein Schaltventil 30c. Das Schaltventil 30c hat eine erste Schaltstellung 30a und eine zweite Schaltstellung 30b. In der ersten Schaltstellung 30a kann Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung 10 durch die Kraftstoffleitung 22 über das Drucksteuerventil 26 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 strömen. Befindet sich die Ventileinrichtung 30 in ihrer zweiten Schaltstellung 30b, dann ist die Kraftstoffleitung 22 abgesperrt.

Bei dem in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel zweigt, in Strömungsrichtung betrachtet, hinter der Ventileinrichtung 30 eine Entlastungsdrossel 33a einer Entlastungseinrichtung 33 ab. Die Entlastungseinrichtung 33 umfaßt, bei diesem Ausführungsbeispiel, die Entlastungsdrossel 33a und eine Entlastungsdrossel 33b.

Die Entlastungsdrössel 33a führt, unter Umgehung des Drucksteuerventils 26, den Kraftstoff in den Kraftstoffvorratsbehälter 2. Die Funktionsweise der Entlastungseinrichtung 33 wird weiter hinten noch näher beschrieben.

Die erste Kraftstoffpumpe 6 wird von dem Elektromotor 8 angetrieben.

Die erste Kraftstoffpumpe 6, der Elektromotor 8, der Filter 24, das Drucksteuerventil 26, die Ventileinrichtung 30 und die Entlastungsdrössel 33a der Entlastungseinrichtung 33 befinden sich im Bereich des Kraftstoffvorratsbehälters 2. Diese Teile sind vorzugsweise außen am Kraftstoffvorratsbehälter 2 angeordnet oder befinden sich innerhalb des Kraftstoffvorratsbehälters 2, was durch eine strichpunktierte Linie symbolhaft dargestellt ist.

Über ein mechanisches Übertragungsmittel 12m ist die zweite Kraftstoffpumpe 12 mechanisch mit einer nicht dargestellten Abtriebswelle der Brennkraftmaschine gekoppelt. Da die zweite Kraftstoffpumpe 12 mechanisch starr an die Abtriebswelle der Brennkraftmaschine gekoppelt ist, arbeitet die zweite Kraftstoffpumpe 12 proportional zur Drehzahl der Abtriebswelle der Brennkraftmaschine. Die Drehzahl der Abtriebswelle ist, je nach augenblicklicher Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine, sehr unterschiedlich. Bei der Abtriebswelle handelt es sich beispielsweise um eine Kurbelwelle der Brennkraftmaschine.

In der Kraftstoffverbindung 10, auf der Niederdruckseite 12n der zweiten Kraftstoffpumpe 12, befindet sich ein eingangsseitiges Rückschlagventil 12a. In der Druckleitung 14, auf der Hochdruckseite 12h der zweiten Kraftstoffpumpe 12, ist ein ausgangsseitiges Rückschlagventil 12b vorgesehen. Je nach Ausführungsart der zweiten Kraftstoffpumpe 12 kann gegebenenfalls auf die Rückschlagventile 12a, 12b verzichtet werden. Ein vorgespanntes Überströmventil 36 führt aus der Druckleitung 14 in die Kraftstoffverbindung 10. Das Überströmventil 36 dient zur Absicherung der Druckleitung 14 vor Überlastung und ist normalerweise geschlossen.

Wirkungsmäßig parallel zur zweiten Kraftstoffpumpe 12 führt eine Durchlaßeinrichtung 40 von der Kraftstoffverbindung 10 in die Druckleitung 14. Die Durchlaßeinrichtung 40 umfaßt ein Rückschlagventil 40a. Das Rückschlagventil 40a ist so angeordnet, daß die erste Kraftstoffpumpe 6 den Kraftstoff, ohne von der zweiten Kraftstoffpumpe 12 wesentlich behindert zu sein, in die Druckleitung 14 fördern kann. Das Rückschlagventil 40a in der Durchlaßeinrichtung 40 verhindert ein Zurückströmen des von der zweiten Kraftstoffpumpe 12 geförderten Kraftstoffs von der Druckleitung 14 zurück in die Kraftstoffverbindung 10.

Die zweite Kraftstoffpumpe 12 befindet sich innerhalb eines mit strichpunktierten Linien symbolhaft angedeuteten Pumpengehäuses 12g. Auch die Rückschlagventile 12a, 12b, das Überströmventil 36, die Entlastungsdrössel 33b der Entlastungseinrichtung 33 und die Durchlaßeinrichtung 40 können sich innerhalb des Pumpengehäuses 12g befinden.

Die von der zweiten Kraftstoffpumpe 12 zu den Kraftstoffventilen 16 führende Druckleitung 14 kann vereinfachend unterteilt werden in einen Leitungsabschnitt 42, einen Speicherraum 44 und in Verteilleitungen 46. Die Kraftstoffventile 16 sind über je eine Verteilleitung 46 an dem Speicherraum 44 angeschlossen. Ein Drucksensor 48 ist an den Speicherraum 44 angeschlossen und sensiert den jeweiligen Druck des Kraft-

stoffs in der Druckleitung 14. Entsprechend diesem Druck gibt der Drucksensor 48 ein elektrisches Signal an die Steuerungseinrichtung 20.

An den Speicherraum 44 der Druckleitung 14 ist ein durch die Steuerungseinrichtung 20 elektrisch steuerbares Druckventil 50 angeschlossen. Je nach Ansteuerung des Druckventils 50 wird Kraftstoff aus der Druckleitung 14 über eine Rückleitung 52 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 geleitet.

Die Kraftstoffversorgungsanlage umfaßt ferner einen Sensor 54 oder mehrere Sensoren 54 und einen Fahrpedalsensor 56. Die Sensoren 54, 56 sensieren die Betriebsbedingung, unter der die Brennkraftmaschine arbeitet. Die Betriebsbedingung für die Brennkraftmaschine kann sich aus mehreren Einzel-Betriebsbedingungen zusammensetzen. Die Einzel-Betriebsbedingungen sind beispielsweise: Lufttemperatur, Kühlwassertemperatur, Öltemperatur, Drehzahl der Abtriebswelle der Brennkraftmaschine, Zusammensetzung des Abgases der Brennkraftmaschine usw. Der Fahrpedalsensor 56 befindet sich im Bereich des Fahrpedals und erfaßt, als weitere Einzel-Betriebsbedingung, die Stellung des Fahrpedals und damit die vom Fahrer gewünschte Geschwindigkeit.

Der Elektromotor 8, das Schaltventil 30c der Ventileinrichtung 30, die Kraftstoffventile 16, der Drucksensor 48, das Druckventil 50 und die Sensoren 54, 56 sind über elektrische Leitungen 58 mit der Energieversorgungseinheit 18 und mit der Steuerungseinrichtung 20 verbunden. Die elektrische Leitung 58 zwischen den Kraftstoffventilen 16 und der Steuerungseinrichtung 20 ist so ausgeführt, daß die Steuerungseinrichtung 20 jedes der Kraftstoffventile 16 separat ansteuern kann. Zwecks besserer Unterscheidung gegenüber den anderen nichtelektrischen Leitungen sind die elektrischen Leitungen 58 mit punktierten Linien symbolhaft dargestellt.

Bei der ersten Kraftstoffpumpe 6 handelt es sich beispielsweise um eine Verdrängerpumpe, die, angetrieben vom Elektromotor 8, bauartbedingt je Umdrehung eine bestimmte Menge Kraftstoff fördert. Der Druck des Kraftstoffs auf der Druckseite 6h der ersten Kraftstoffpumpe 6 wird nachfolgend als Speisedruck bezeichnet. Der Widerstand, der dem Kraftstoff auf der Druckseite 6h entgegengesetzt wird, bestimmt die Höhe des Speisedrucks. Kann der Kraftstoff auf der Druckseite 6h beispielsweise ohne Widerstand abströmen, dann hat der Speisedruck den Wert null. Wird das Abströmen des Kraftstoffs auf der Druckseite 6h verhindert oder sehr stark eingeschränkt, dann steigt der Speisedruck bis zu einem maximalen Wert an. Der maximale Wert des Speisedrucks hängt u. a. von der verwendeten Bauart der Kraftstoffpumpe 6 ab. Der maximale Wert des Speisedrucks beträgt beispielsweise 8 bis 10 bar, weil bei diesem Druckniveau u. a. die innere Leckage der Kraftstoffpumpe 6 so groß wie die Fördermenge der Kraftstoffpumpe 6 wird.

Im normalen Betriebszustand der Brennkraftmaschine, d. h. nach Abschluß des Startvorgangs der Brennkraftmaschine, befindet sich die Ventileinrichtung 30 in ihrer ersten Schaltstellung 30a. Während sich die Ventileinrichtung 30 in der ersten Schaltstellung 30a befindet, wird der Speisedruck des Kraftstoffs in der Kraftstoffverbindung 10 vom Drucksteuerventil 26 bestimmt. Die erste Kraftstoffpumpe 6 fördert den Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 2 über den Filter 24 in die Kraftstoffverbindung 10. Das Drucksteuerventil 26 sorgt dafür, daß im normalen Betriebszustand der Speisedruck des Kraftstoffs in der Kraftstoffverbindung 10

auf einem normalen Wert, beispielsweise bei 3 bar, weitgehend konstant gehalten wird. Die Menge des von der ersten Kraftstoffpumpe 6 geförderten Kraftstoffs ist größer als die Menge des Kraftstoffs, die von der zweiten Kraftstoffpumpe 12 aus der Kraftstoffverbindung 10 abgenommen wird. Die überschüssige Menge an Kraftstoff strömt aus der Kraftstoffverbindung 10 über das Drucksteuerventil 26 in der Kraftstoffleitung 22 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 zurück. Die Fördermenge der von dem Elektromotor 8 angetriebenen ersten Kraftstoffpumpe 6 ist weitgehend konstant.

Die zweite Kraftstoffpumpe 12 fördert den Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung 10 in die Druckleitung 14. Die Fördermenge der zweiten Kraftstoffpumpe 12 hängt von der Drehzahl der Abtriebswelle der Brennkraftmaschine ab und schwankt somit erheblich.

Je nach Signal des Drucksensors 48 und je nach Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine steuert die Steuerungseinrichtung 20 das Druckventil 50. Die Steuerungseinrichtung 20 kann mit Hilfe des Druckventils 50 dafür sorgen, daß beispielsweise im Bereich des Leerlaufs und der Teillast der Brennkraftmaschine in der Druckleitung 14 der Druck niedriger ist, als wenn die Brennkraftmaschine im Bereich ihrer Vollast betrieben wird. Der Druck in der Druckleitung 14 kann während des normalen Betriebszustands beispielsweise um die 100 bar betragen.

Der Durchflußquerschnitt der Entlastungsdröseln 33a, 33b der Entlastungseinrichtung 33 ist so bemessen, daß während des normalen Betriebszustands die Menge des Kraftstoffs, die über die Entlastungseinrichtung 33 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 zurückströmen kann, so gering ist, daß sich diese Menge in der Kraftstoffverbindung 10 und in der Druckleitung 14 nicht bzw. kaum bemerkbar macht. Für eine effektive Druckentlastung ist insbesondere die Entlastungsdrösel 33a erforderlich. Mit Blick auf möglichst geringen Energieverbrauch wird der Querschnitt insbesondere der Entlastungsdrösel 33b möglichst klein gewählt. Gegebenenfalls kann auf die Entlastungsdrösel 33b ganz verzichtet werden. Wie trotzdem eine effektive Druckentlastung auch in der Druckleitung 14 erreicht werden kann, ist weiter hinten noch näher beschrieben.

Bei abgestellter Brennkraftmaschine wird der Kraftstoff in der Kraftstoffverbindung 10 und in der Druckleitung 14 aus Sicherheitsgründen und damit bei eventueller Leckage eines der Kraftstoffventile 16 kein Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine gelangen kann, druckentlastet. Bei abgestellter Brennkraftmaschine ist der Druck des Kraftstoffs in der Kraftstoffverbindung 10 und in der Druckleitung 14 nahe bei Atmosphärendruck bzw. geringfügig darüber. Je nach Umgebungstemperatur der Kraftstoffverbindung 10 und der Druckleitung 14 und je nach verwendetem Kraftstoff befindet sich bei abgestellter Brennkraftmaschine gegebenenfalls eine mehr oder weniger große Dampfblase in der Kraftstoffverbindung 10 bzw. in der Druckleitung 14. Die Dampfblase kann aus mehreren Einzelblasen bestehen.

Bei einem Startvorgang, insbesondere wenn die Steuerungseinrichtung 20 infolge eines eingegebenen Programms anhand von Sensorsignalen der Meinung sein sollte, daß sich eine Dampfblase gebildet haben könnte, wird zu Beginn des Startvorgangs der die erste Kraftstoffpumpe 6 antreibende Elektromotor 8 gestartet und das Schaltventil 30c der Ventileinrichtung 30 in die zweite Schaltstellung 30b geschaltet. Die erste Kraftstoffpumpe 6 fördert die gesamte Kraftstoffmenge

in die Kraftstoffverbindung 10, ohne daß von dem Kraftstoff etwas über die Kraftstoffleitung 22 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 zurückströmen kann. Durch die Durchlaßeinrichtung 40 kann der von der ersten Kraftstoffpumpe 6 geförderte Kraftstoff auch in die Druckleitung 14 gelangen. Falls die Steuerungseinrichtung 20 infolge des eingegebenen Programms der Meinung sein sollte, daß eine Betriebsbedingung herrscht, bei der ein Spülen der Druckleitung 14 den Startvorgang begünstigt, dann steuert die Steuerungseinrichtung 20 das Druckventil 50 so an, daß der von der ersten Kraftstoffpumpe 6 geförderte Kraftstoff über das Druckventil 50 zum Kraftstoffvorratsbehälter 2 zurückströmen kann. Bei diesem Spülvorgang wird das Druckventil 50 so angesteuert, daß in der Druckleitung 14 ein Druck von beispielsweise etwa 0,5 bar herrscht. Dieser Spülvorgang dauert beispielsweise eine halbe Sekunde. Danach schließt die Steuerungseinrichtung 20 das Druckventil 50, und die erste Kraftstoffpumpe 6 erzeugt in der Kraftstoffverbindung 10 einen Speisedruck in Höhe von beispielsweise 8 bis 10 bar. Dieser Speisedruck kann sich über die Durchlaßeinrichtung 40 auch in die Druckleitung 14 ausbreiten. Durch diesen relativ hohen Speisedruck wird die eventuell in der Druckleitung 14 vorhandene Dampfblase komprimiert.

Zu Beginn des Startvorgangs ist die Fördermenge der zweiten Kraftstoffpumpe 12 null. Anschließend ist während des Startvorgangs die Fördermenge der zweiten Kraftstoffpumpe 12 sehr gering, weshalb, wenn die erste Kraftstoffpumpe 6 die eventuelle Dampfblase nicht beseitigen würde, die Kompression der eventuellen Dampfblase sehr lange dauern würde, was den Startvorgang wesentlich verzögern würde. Weil die erste Kraftstoffpumpe 6 mit dem Elektromotor 8 angetrieben wird, ist es möglich, mit der Kompression der Dampfblase zu beginnen, bevor die zweite Kraftstoffpumpe 12 zu arbeiten beginnt. Ferner wird durch das volle Ausnutzen der ersten Kraftstoffpumpe 6 während des Startvorgangs die zweite Kraftstoffpumpe 12 entlastet, was auch eine Entlastung der Brennkraftmaschine während des Startvorgangs bewirkt. Da die Brennkraftmaschine während des Startvorgangs von einem nicht dargestellten elektrisch arbeitenden Anlaßmotor auf Drehzahl gebracht wird, bedeutet eine Entlastung der Brennkraftmaschine auch eine Entlastung des Anlaßmotors.

Nach Ablauf einer der Steuerungseinrichtung 20 programmierten Zeitspanne bzw. sobald der Drucksensor 48 feststellt, daß die zweite Kraftstoffpumpe 12 in der Druckleitung 14 für den hohen Druck sorgt, wird die Ventileinrichtung 30 wieder in die erste Schaltstellung 30a geschaltet, so daß nach Beendigung des Startvorgangs der Speisedruck der ersten Kraftstoffpumpe 6 in der Kraftstoffverbindung 10 auf den vorgesehenen relativ niedrigen, mit dem Drucksteuerventil 26 geregelten Wert von etwa 3 bar abfällt.

Weil im normalen Betriebszustand die Kraftstoffleitung 22 geöffnet ist, wird eine zu hohe Dauerbeanspruchung der ersten Kraftstoffpumpe 6 vermieden, und weil im Startvorgang die Kraftstoffleitung 22 geschlossen ist, wird während des Startvorgangs die Leistungsfähigkeit der ersten Kraftstoffpumpe 6 kurzzeitig voll ausgenutzt. Da die erste Kraftstoffpumpe 6 nur kurzzeitig relativ hoch belastet wird, hat dies keinen negativen Einfluß auf die Lebensdauer der ersten Kraftstoffpumpe 6, und trotzdem verkürzt sich der Startvorgang durch die Anhebung des Speisedrucks während des Startvorgangs wesentlich.

Wie bereits erwähnt, sollen bei abgestellter Brenn-

kraftmaschine die Kraftstoffverbindung 10 und die Druckleitung 14 druckentlastet sein. Dazu dienen die beiden Entlastungsdrösseln 33a, 33b der Entlastungseinrichtung 33. Die Entlastungsdrössel 33b sorgt dafür, daß Kraftstoff aus der Druckleitung 14 zurück in die Kraftstoffverbindung 10 entweichen kann. Die Entlastungsdrössel 33a leitet den Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung 10 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2. Dies bewirkt bei abgestellter Brennkraftmaschine eine Druckentlastung in der Druckleitung 14 und in der Kraftstoffverbindung 10.

Während des Startvorgangs bestimmt die erste Kraftstoffpumpe 6 über die Durchlaßeinrichtung 40 den Druck des Kraftstoffs in der Druckleitung 14 und in den Verteilungen 46 am Zulauf zu den Kraftstoffventilen 16. Während des Startvorgangs ist der Druck in der Druckleitung 14 durch kein Ventil geregelt, sondern es herrscht der Druck, der von der ersten Kraftstoffpumpe 6 maximal zu Verfügung gestellt werden kann. Fertigungsbedingt und verschleißbedingt ist dieser von der ersten Kraftstoffpumpe 6 während des Startvorgangs zur Verfügung gestellte Druck in der Druckleitung 14 unterschiedlich. Der Druck kann von dem Drucksensor 48 sensiert werden. Damit die von den Kraftstoffventilen 16 in die Brennräume der Brennkraftmaschine eingespritzte Menge an Kraftstoff trotz des unterschiedlich hohen Drucks in der Druckleitung 14 exakt dem vorgesehenen Wert entspricht, wird vorgeschlagen, die Öffnungszeit der Kraftstoffventile 16 für das Einspritzen des Kraftstoffs in Abhängigkeit des vom Drucksensor 48 sensierten Drucks zu steuern. D. h., bei relativ hohem Druck in der Druckleitung 14 während des Startvorgangs ist die Öffnungszeit der Kraftstoffventile 16 kürzer, und bei relativ niedrigem Druck in der Druckleitung 14 ist die Öffnungszeit der Kraftstoffventile 16 länger.

Die Fig. 2 zeigt ein weiteres bevorzugt ausgewähltes, vorteilhaftes Ausführungsbeispiel.

In allen Figuren sind gleiche oder gleichwirkende Teile mit denselben Bezugszeichen versehen.

Sofern nichts Gegenteiliges erwähnt bzw. in der Zeichnung dargestellt ist, gilt das anhand eines der Figuren Erwähnte und Dargestellte auch bei den anderen Ausführungsbeispielen. Sofern sich aus den Erläuterungen nichts anderes ergibt, sind die Einzelheiten der verschiedenen Ausführungsbeispiele miteinander kombinierbar.

Anstatt der Entlastungseinrichtung 33 mit den Entlastungsdrösseln 33a, 33b (Fig. 1) kann das Druckventil 50 ebenfalls die Funktion einer Entlastungseinrichtung 33' (Fig. 2) ausüben. Man kann beispielsweise das Druckventil 50 so ausbilden, daß das Druckventil 50 bei abgestellter Brennkraftmaschine den Kraftstoff nahezu drucklos über die Rückleitung 52 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 entweichen läßt, so daß bei dieser Ausführungsvariante das Druckventil 50 ein Bestandteil der Entlastungseinrichtung 33' ist.

Im angesteuerten Zustand während des Startvorgangs und im normalen Betriebszustand der Brennkraftmaschine kontrolliert das Druckventil 50 den Druck in der Druckleitung 14. Bei abgestellter Brennkraftmaschine ist das Druckventil 50 nicht angesteuert, d. h. stromlos. Im nicht angesteuerten Zustand kann sich der Druck in der Druckleitung 14 über das als Entlastungseinrichtung 33' dienende Druckventil 50 zum Kraftstoffvorratsbehälter 2 abbauen.

Die Fig. 3 zeigt in beispielhafter Form mit geändertem Maßstab einen Ausschnitt eines gegenüber der Fig. 2 abgewandelten weiteren Ausführungsbeispiels.

Die nicht in der Fig. 3 dargestellten Teile entsprechen dem in der Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel.

Bei dem in der Fig. 3 ausschnittsweise dargestellten weiteren Ausführungsbeispiel ist gegenüber der Fig. 2 die Ventileinrichtung 30 in der Weise abgewandelt, daß das in der Fig. 2 dargestellte Schaltventil 30c durch ein festes Drösselventil 30d ersetzt ist.

Das Drösselventil 30d der Ventileinrichtung 30 ist vorzugsweise so ausgelegt, daß der Durchflußwiderstand des Drösselventils 30d in Abhängigkeit von der Größe des durchfließenden Kraftstoffstromes quadratisch ansteigt.

Während des Startvorgangs der Brennkraftmaschine strömt ein erheblicher Teil des von der ersten Kraftstoffpumpe 6 geförderten Kraftstoffs durch die Kraftstoffleitung 22 zurück in den Kraftstoffvorratsbehälter 2. Dieser Kraftstoff wird von dem Drösselventil 30d gedrosselt. Dieser dadurch entstehende Staudruck addiert sich zum Druck, der von dem Drucksteuerventil 26 gehalten wird. Dadurch steigt der Wert des Speisedrucks in der Kraftstoffverbindung 10 während des Startvorgangs deutlich über den normalen Wert des Speisedrucks an, so daß während des Startvorgangs die eventuell in der Druckleitung 14 vorhandene Dampfblase schnell komprimiert wird.

Im normalen Betriebszustand, wenn die zweite Kraftstoffpumpe 12 einen erheblichen Teil des Kraftstoffs aus der Kraftstoffverbindung 10 abnimmt, und dadurch nur ein kleiner Teil des Kraftstoffs durch die Kraftstoffleitung 22 zum Kraftstoffvorratsbehälter 2 zurückströmt, ist die Drosselung durch das Drösselventil 30d relativ klein, was dazu führt, daß der Speisedruck in der Kraftstoffverbindung 10 während des normalen Betriebszustands kleiner ist als während des Startvorgangs.

Das in der Fig. 3 dargestellte Ausführungsbeispiel hat den Vorteil, daß der Speisedruck während des Startvorgangs angehoben werden kann, ohne daß dazu ein steuerbares Ventil erforderlich wäre, was den Herstellungsaufwand der Kraftstoffversorgungsanlage wesentlich vereinfacht. Dieser Vorteil ist so groß, daß der gewisse Nachteil, daß im Bereich des Leerlaufs und der unteren Teillast der Brennkraftmaschine der Speisedruck etwas höher ist, dadurch bei vielen Anwendungen der Kraftstoffversorgungsanlage weitgehend ausgeglichen wird.

Die Fig. 4 zeigt einen Ausschnitt eines weiteren bevorzugt ausgewählten Ausführungsbeispiels.

In der Fig. 3 ist die in der Fig. 1 vorhandene Entlastungsdrössel 33a der Entlastungseinrichtung 33 nicht vorhanden. Im Unterschied zur Fig. 3 zeigt die Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Entlastungsdrössel 33a der Entlastungseinrichtung 33 vorhanden ist.

Das Drösselventil 30d der Ventileinrichtung 30 dient dazu, um während des Startvorgangs den Speisedruck in der Kraftstoffverbindung 10 anzuheben. Die Entlastungsdrössel 33a der Entlastungseinrichtung 33 ist dazu da, um nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine den Druck in der Kraftstoffverbindung 10 und in der Druckleitung 14 abzusenken. Weil der Durchflußquerschnitt der Entlastungsdrössel 33a relativ klein ist, kann durch die Entlastungseinrichtung 33 so wenig Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung 10 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 abströmen, daß diese Entlastungseinrichtung 33 vernachlässigt werden kann, während die Kraftstoffpumpe 6 arbeitet.

Der Durchflußquerschnitt der Entlastungsdrössel 33a der Entlastungseinrichtung 33 ist wesentlich kleiner dimensioniert als der Durchflußquerschnitt des Drössel-

ventils 30d der Ventileinrichtung 30.

Die Fig. 5 zeigt ein weiteres, bevorzugt ausgewähltes Ausführungsbeispiel.

Gegenüber der Fig. 1 ist bei der in der Fig. 5 beispielhaft dargestellten Ausführung das Druckventil 50 in das Pumpengehäuse 12g integriert. Der durch das Druckventil 50 abströmende Kraftstoff strömt durch eine Rückleitung 52' in die Kraftstoffverbindung 10 zwischen der ersten Kraftstoffpumpe 6 und der zweiten Kraftstoffpumpe 12. Zur Vermeidung von Kavitation auf der Niederdruckseite 12n der zweiten Kraftstoffpumpe 12 ist in der Kraftstoffverbindung 10 ein Dämpfungsspeicher 60 vorgesehen.

Da die Rückleitung 52' nicht in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 führt, sondern in die Kraftstoffverbindung 10, werden vorteilhafterweise weniger lange Leitungen zur Führung des Kraftstoffs benötigt, und man erhält den Vorteil, daß weniger aufgewärmter Kraftstoff in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 gelangt.

Bis auf die beschriebenen Unterschiede ist die Funktionsweise des in der Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiels gleich wie die Funktionsweise des in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiels.

Die Fig. 6 zeigt ein weiteres, bevorzugt ausgewähltes, vorteilhaftes Ausführungsbeispiel.

Bei dem in der Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiel gibt es im Leitungsabschnitt 42 der Druckleitung 14 eine Abzweigung 62. Hier zweigt die Rückleitung 52' von der Druckleitung 14 ab. In Strömungsrichtung betrachtet kurz hinter der Abzweigung 62 befindet sich in der Druckleitung 14 ein Druckhalteventil 64. In Strömungsrichtung betrachtet kommt das Druckhalteventil 64 vor dem Speicherraum 44. Im Verlauf der Rückleitung 52' ist ein Druckschaltventil 66 vorgesehen. Das Druckschaltventil 66 ist elektrisch in eine erste Schaltstellung 66a und in eine zweite Schaltstellung 66b umschaltbar. In der ersten Schaltstellung 66a ist die Abzweigung 62 und damit die Hochdruckseite 12h der zweiten Kraftstoffpumpe 12 mit der Kraftstoffverbindung 10 und damit mit der Niederdruckseite 12n der zweiten Kraftstoffpumpe 12 verbunden. In der zweiten Schaltstellung 66b ist diese Verbindung unterbrochen.

Wie anhand der Fig. 1 beschrieben, sorgt die Durchlaßeinrichtung 40 mit dem Rückschlagventil 40a (Fig. 1 und 2) während des Startvorgangs dafür, daß der von der ersten Kraftstoffpumpe 6 gelieferte Speisedruck unter Umgehung der zweiten Kraftstoffpumpe 12 in die Druckleitung 14 gelangen kann. Da das Druckschaltventil 66 in der ersten Schaltstellung 66a die Kraftstoffverbindung 10 mit der Druckleitung 14 verbindet, kann bei dem in der Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiel auf das Rückschlagventil 40a (Fig. 1 und 2) und auf die Entlastungsdrössel 33b (Fig. 1) verzichtet werden. Bei diesem Ausführungsbeispiel (Fig. 6) ist die Durchlaßeinrichtung 40 mit dem Rückschlagventil 40a (Fig. 1 und 2) ersetzt durch eine Durchlaßeinrichtung 40' mit dem Druckschaltventil 66.

Der Drucksensor 48 meldet den im Speicherraum 44 der Druckleitung 14 herrschenden Druck an die Steuerungseinrichtung 20. Wenn die Steuerungseinrichtung 20 anhand der von den Sensoren 54, 56 gemeldeten Informationen und anhand eines eingegebenen Programms feststellt, daß in der Druckleitung 14 der der augenblicklichen Betriebsbedingung entsprechende Druck herrscht, dann stellt die Steuerungseinrichtung 20 das Druckschaltventil 66 in die erste Schaltstellung 66a (Fig. 6). Während sich das Druckschaltventil 66 in der ersten Schaltstellung 66a befindet, kann die zweite

Kraftstoffpumpe 12 den Kraftstoff von ihrer Hochdruckseite 12h auf ihre Niederdruckseite 12n ohne nennenswerten Energieaufwand umpumpen. Während dieser Zeit ist die Dissipation vorteilhafterweise besonders gering. Der Fachmann versteht unter Dissipation die Umwandlung einer Energieform in Wärmeenergie. Das Druckhalteventil 64 sorgt dafür, daß kein Kraftstoff entgegen der vorgesehenen Strömungsrichtung rückwärts aus dem Speicherraum 44 über das Druckschaltventil 66 entweichen kann.

Während des normalen Betriebszustands der Brennkraftmaschine wird über die Kraftstoffventile 16 Kraftstoff in die Brennräume der Brennkraftmaschine injiziert. Dadurch sinkt, während das Druckschaltventil 66 in seiner ersten Schaltstellung 66a steht, der Druck im Speicherraum 44. Sobald die Steuerungseinrichtung 20 mit Hilfe des Drucksensors 48 feststellt, daß der Druck im Speicherraum 44 unter einen einprogrammierten Grenzwert gefallen ist, schaltet die Steuerungseinrichtung 20 das Druckschaltventil 66 in die zweite Schaltstellung 66b. Dadurch wird bei laufender Kraftstoffpumpe 12 der Druck im Speicherraum 44 wieder erhöht, bis der Drucksensor 48 wieder ausreichenden Druck sensiert und das Druckschaltventil 66 wieder in die erste Schaltstellung 66a gestellt wird.

Die in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzte Kraftstoffmenge hängt von der Öffnungszeit der Kraftstoffventile 16 ab. Die Steuerungseinrichtung 20 öffnet bzw. schließt die Kraftstoffventile 16 je nach benötigter Kraftstoffmenge. Der Druck des Kraftstoffs in den Verteilleitungen 46 und damit im Speicherraum 44 hat einen wesentlichen Einfluß auf die Kraftstoffaufbereitung während des Einspritzens in die Brennräume und auf die eingespritzte Kraftstoffmenge. Je nach Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine erhält man eine besonders gute Betriebsweise der Brennkraftmaschine, wenn der Druck in dem Speicherraum 44 genau der jeweiligen Betriebsbedingung angepaßt ist. Beispielsweise bei gegebener Drehzahl der Brennkraftmaschine ist es zweckmäßig, wenn während hoher Belastung der Brennkraftmaschine der Druck in dem Speicherraum 44 höher ist als während geringer Belastung der Brennkraftmaschine.

Um den Druck des Kraftstoffs in dem Speicherraum 44 der jeweiligen Betriebsbedingung möglichst umgehend anpassen zu können, umfaßt die in der Fig. 6 gezeigte Entlastungseinrichtung 33' ein elektrisch schnell schaltendes Entlastungsventil 33v. Das Entlastungsventil 33v ist mit Hilfe der Steuerungseinrichtung 20 elektromagnetisch in eine Offenstellung 33o und in eine Sperrstellung 33s betätigbar.

Ist der Druck in dem Speicherraum 44 kleiner als ein der Steuerungseinrichtung 20 einprogrammierter Sollwert, dann befindet sich das Entlastungsventil 33v in der Sperrstellung 33s. Stellt die Steuerungseinrichtung 20 fest, daß der Druck im Speicherraum 44 abgesenkt werden muß, beispielsweise weil die augenblickliche Betriebsbedingung dies erfordert, dann wird das Entlastungsventil 33v in die Offenstellung 33o geschaltet.

Um unnötige Dissipation zu vermeiden, ist die Steuerungseinrichtung 20 so programmiert, daß im normalen Betriebszustand stets das Druckschaltventil 66 in die erste Schaltstellung 66a geschaltet wird, bevor das Entlastungsventil 33v in die Offenstellung 33o schaltet. Und es ist dafür gesorgt, daß, bevor das Druckschaltventil 66 in die zweite Schaltstellung 66b schaltet, das Entlastungsventil 33v sich in der Sperrstellung 33s befindet.

Bei abgestellter Brennkraftmaschine steht das Entla-

stungsventil 33v der Entlastungseinrichtung 33' in seiner Offenstellung 33o, so daß alle Leitungen und Speicher der Kraftstoffversorgungsanlage druckentlastet sind.

Zu Beginn eines Startvorgangs stellt die Steuerungseinrichtung 20 die Ventileinrichtung 30 in die zweite Schaltstellung 30b. Das Druckschaltventil 66 bleibt zunächst in der ersten Schaltstellung 66a. In dieser Schaltstellung des Ventils 30 steigt der Speisedruck in der Kraftstoffverbindung 10 bis zu dem Druck an, der von der ersten Kraftstoffpumpe 6 maximal zur Verfügung gestellt werden kann. Dieser erhöhte Speisedruck in der Kraftstoffverbindung 10 gelangt durch das in der ersten Schaltstellung 66a stehende Druckschaltventil 66 ohne Behinderung durch die zweite Kraftstoffpumpe 12 in die Druckleitung 14. Je nach der der Steuerungseinrichtung 20 gemeldeten Temperatur kann die Steuerungseinrichtung 20 entscheiden, ob zu Beginn des Startvorgangs zunächst das Entlastungsventil 33v offen bleiben soll oder, durch Schalten in die Sperrstellung 33s, sofort geschlossen wird. Es ist zweckmäßig, die Steuerungseinrichtung 20 so zu programmieren, daß bei besonders niedrigen Temperaturen zunächst das Entlastungsventil 33v in der Offenstellung 33o bleibt, aber bei höherer Temperatur wird zu Beginn des Startvorgangs das Entlastungsventil 33v sofort in die Sperrstellung 33s geschaltet. Bei einem Kaltstart, d. h. niedrige Temperatur des Gehäuses der Brennkraftmaschine, wird die Druckleitung 14 mit dem Speicherraum 44 zunächst gespült. Diese Spülung dauert ungefähr eine halbe Sekunde. Bei einem Heißstart, d. h. hohe Temperatur des Gehäuses der Brennkraftmaschine, wird auf diesen Spülvorgang verzichtet, um den Startvorgang möglichst kurz zu machen. Nach dem eventuell eingeschobenen Spülvorgang wird während des Startvorgangs das Entlastungsventil 33v in die Sperrstellung 33s geschaltet. Bei geschlossenem Entlastungsventil 33v kann sich der erhöhte Speisedruck bis in den Speicherraum 44 und bis zu den Kraftstoffventilen 16 ausbreiten. Bei einem Heißstart reicht der erhöhte Speisedruck aus, um eine ausreichende Aufbereitung beim Injizieren des Kraftstoffs durch die Kraftstoffventile 16 zu erreichen. Bei besonders niedrigen Temperaturen, d. h. bei einem Kaltstart, kann es sein, daß der maximal mögliche Speisedruck der ersten Kraftstoffpumpe 6 nicht ausreicht, um eine ausreichend gute Aufbereitung des durch die Kraftstoffventile 16 injizierten Kraftstoffs zu erreichen. In diesem Fall ist es erforderlich, während des Startvorgangs nach kurzer Wartezeit das Druckschaltventil 66 in die geschlossene zweite Schaltstellung 66b umzusteuern. Dadurch kann die über das mechanische Übertragungsmittel 12m vom Anlaßmotor angetriebene zweite Kraftstoffpumpe 12 den Druck in der Druckleitung 14 so weit erhöhen, daß mit einer ausreichenden Kraftstoffaufbereitung gerechnet werden kann. Dies ist, abhängig von der Temperatur, bei etwa 20 bar der Fall. Wenn bei dem Kaltstart der Druck in der Druckleitung 14 durch die vom Anlaßmotor angetriebene zweite Kraftstoffpumpe 12 ausreichend aufgebaut ist, dann kann während des Startvorgangs die Ventileinrichtung 30 wieder in die geöffnete erste Schaltstellung 30a geschaltet werden. Dies schont die erste Kraftstoffpumpe 6 auch während des Startvorgangs.

Da die erste Kraftstoffpumpe 6 wesentlich mehr Kraftstoff fördert als die zweite Kraftstoffpumpe 12, die während des Startvorgangs allein durch den Anlaßmotor relativ langsam angetrieben wird, bietet die Ventileinrichtung 30 zusammen mit der Durchlaßeinrichtung 40 bzw. 40' den Vorteil, daß in der Druckleitung 14 der

Druck des Kraftstoffs wesentlich schneller ansteigt und somit der Startvorgang wesentlich verkürzt werden kann. Nur bei besonders tiefen Temperaturen ist es erforderlich zu warten, bis der Druck in der Druckleitung 14 mit Hilfe der zweiten Kraftstoffpumpe 12 über den Speisedruck angehoben ist. Da wesentlich häufiger bei höheren Temperaturen gestartet werden muß, bietet die Ventileinrichtung 30 bei der überwiegenden Anzahl der Starts den Vorteil, daß der Startvorgang wenig Zeit beansprucht. Nach Abschluß des Startvorgangs, d. h. während des normalen Betriebszustands, ist das Schaltventil 30c der Ventileinrichtung 30 in der geöffneten ersten Schaltstellung 30a.

Man kann auch die Funktion der Durchlaßeinrichtung 40 direkt in die zweite Kraftstoffpumpe 12 integrieren, wenn man eine Pumpe verwendet, die ein Strömen des Kraftstoffs von der Niederdruckseite 12n zur Hochdruckseite 12h nicht oder nur unwesentlich behindert. In diesem Fall kann auf das Rückschlagventil 40a (Fig. 1, 2, 5) verzichtet werden. Entsprechendes gilt auch für die Entlastungsdrossel 33b (Fig. 1, 5) der Entlastungseinrichtung 33 bei Verwendung einer Pumpe mit ausreichender innerer Leckage von der Hochdruckseite 12h zur Niederdruckseite 12n. Die separate Entlastungsdrossel 33a der Entlastungseinrichtung 33 kann ohne Einschränkung entfallen, wenn das Drucksteuerventil 26 eine ausreichende innere Leckage aufweist.

Die Fig. 7 zeigt in beispielhafter Form mit geändertem Maßstab einen Ausschnitt eines gegenüber der Fig. 1 abgewandelten weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsbeispiels.

Bei dem in der Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Ventileinrichtung 30 in Form eines blockierbaren Druckreglers 70 ausgeführt.

Der blockierbare Druckregler 70 umfaßt ein Ventilgehäuse 70a, ein Schließglied 70b, eine Membran 70c, eine Regelfeder 70d, einen Elektromagneten 70e, einen Blockieranschlag 70f, einen Ventilsitz 70s und eine Abhebefeder 70g. Am blockierbaren Druckregler 70 gibt es einen Zulauf, nachfolgend Hochdruckseite 70h genannt, und einen Rücklauf, nachfolgend Niederdruckseite 70n genannt.

Die Kraftstoffleitung 22 führt zur Hochdruckseite 70h. Von der Niederdruckseite 70n kann der Kraftstoff in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 abströmen. Der Blockieranschlag 70f ist elektromagnetisch in eine Sperrstellung und in eine Freigabestellung stellbar. Das Schließglied 70b kann eine Verbindung von der Hochdruckseite 70h zur Niederdruckseite 70n absperrern. In der Freigabestellung gestattet der Blockieranschlag 70f das Abheben des Schließglieds 70b vom Ventilsitz 70s, und in der Sperrstellung kann das Schließglied 70b nicht vom Ventilsitz 70s abheben. Wenn der Elektromagnet 70e nicht bestromt ist, dann befindet sich der Blockieranschlag 70f in der Freigabestellung, und der blockierbare Druckregler 70 kann den Druck auf der Hochdruckseite 70h auf einen vorgegebenen, voreinstellbaren Druckwert einregeln. Ist der Elektromagnet 70e nicht bestromt, dann arbeitet der blockierbare Druckregler 70 wie ein gewöhnlicher Druckregler. Wenn der Druck auf der Hochdruckseite 70h kleiner als der vorgegebene Druckwert ist, dann drückt die Regelfeder 70d das Schließglied 70b gegen den am Ventilgehäuse 70a vorgesehenen Ventilsitz 70s, und das Schließglied 70b verschließt die Verbindung von der Hochdruckseite 70h zur Niederdruckseite 70n. Steigt der Druck des Kraftstoffs auf der Hochdruckseite 70h über den vorgegebenen Druckwert an, dann hebt das Schließglied 70b vom

Ventilsitz 70s ab. Dadurch kann überschüssiger Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung 10 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 abströmen. Der Speisedruck in der Kraftstoffleitung 22 und in der Kraftstoffverbindung 10 wird auf der Höhe des gewünschten vorgegebenen Druckwerts gehalten. Damit der blockierbare Druckregler 70 ungestört den Druck in der Kraftstoffleitung 22 bzw. in der Kraftstoffverbindung 10 regeln kann, sorgt die Abhebefeder 70g dafür, daß der Blockieranschlag 70f ausreichend weit vom Schließglied 70b abgehoben hat. Die Regelfeder 70d drückt das Schließglied 70b gegen den Ventilsitz 70s, wenn der Druck auf der Hochdruckseite 70h unter den vorgegebenen Druckwert abfällt.

Ist der Elektromagnet 70e bestromt, dann wird der Blockieranschlag 70f vom Elektromagneten 70e entgegen der Abhebefeder 70g in die Sperrstellung gebracht. In der Sperrstellung ist der Blockieranschlag 70f so gegen das Schließglied 70b verstellt, daß das Schließglied 70b nicht vom Ventilsitz 70s abheben kann.

Im unbestromten Zustand des blockierbaren Druckreglers 70 (Fig. 7) entspricht die Funktionsweise des in der Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiels der Funktionsweise des in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiels, wenn sich dort das Schaltventil 30c in der ersten Schaltstellung 30a (Fig. 1) befindet. Ist der Elektromagnet 70e (Fig. 7) bestromt, dann entspricht dies der Funktion, die man erhält, wenn sich das Schaltventil 30c (Fig. 1) in der zweiten Schaltstellung 30b befindet.

Bei dem in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel befinden sich die Ventileinrichtung 30 und das Drucksteuerventil 26 in Reihenschaltung. Bei dem in der Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiel werden die Funktionen der Ventileinrichtung 30 und des Drucksteuerventils 26 (Fig. 1) durch den blockierbaren Druckregler 70 (Fig. 7) ersetzt. Diese Ausführungsvariante (Fig. 7) hat den Vorteil, daß weniger Bauteile benötigt werden und daß deshalb die Baugröße und der Bauaufwand besonders gering sind.

Wie die Fig. 7 zeigt, kann die Entlastungsdrossel 33a der Entlastungseinrichtung 33 in das Ventilgehäuse 70a des blockierbaren Druckreglers 70 integriert sein. Die Entlastungsdrossel 33a führt von der Hochdruckseite 70h zur Niederdruckseite 70n des blockierbaren Druckreglers 70. Die Entlastungsdrossel 33a verläuft parallel zur mit dem Schließglied 70b absperrbaren Verbindung.

Bei dem in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Entlastungsdrossel 33a so angeordnet, daß bei Betätigung des Schaltventils 30c in die zweite Schaltstellung 30b, der Kraftstoff nicht durch die Entlastungsdrossel 33a strömen kann. Bei dem in der Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Entlastungsdrossel 33a bei Bestromung des Elektromagneten 70e nicht abgesperrt. Dies ist auch kaum erforderlich, weil der Querschnitt der Entlastungsdrossel 33a so klein ist, daß der durch die Entlastungsdrossel 33a strömende Kraftstoff-Strom bei arbeitender erster Kraftstoffpumpe 6 vernachlässigbar klein ist. Das in der Fig. 7 dargestellte Ausführungsbeispiel kann so abgewandelt werden, daß mit Bestromung des Elektromagneten 70e das Schließglied 70b zusätzlich auch noch die Entlastungsdrossel 33a überdeckt und dadurch absperrt, so daß bei bestromtem Elektromagneten 70e auch die Entlastungsdrossel 33a geschlossen ist. Diese zusätzliche Ausführungsvariante kann der Fachmann ausführen, ohne daß er hierzu eine zusätzliche bildliche Darstellung benötigt.

Die Fig. 8 zeigt ein weiteres, bevorzugt ausgewähltes, vorteilhaftes Ausführungsbeispiel.

Die in der Fig. 2 gezeigte Rückleitung 52 ist bei dem in der Fig. 8 dargestellten Ausführungsbeispiel ersetzt durch eine aus dem Speicherraum 44 der Druckleitung 14 in die Kraftstoffverbindung 10 führende Rückleitung 52'' und durch eine in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 führende Rückleitung 52'''. Die in die Kraftstoffverbindung 10 führende Rückleitung 52'' und die in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 führende Rückleitung 52''' haben eine gemeinsame Abzweigung 52a. Zwischen dem Druckventil 50 bzw. der Entlastungseinrichtung 33' und der Abzweigung 52a sind die beiden Rückleitungen 52'' und 52''' in einer gemeinsamen Schlauchleitung zusammengefaßt.

Die Rückleitung 52'' führt an einer Einmündung 52b in die Kraftstoffverbindung 10. Zwischen der Abzweigung 52a und der Einmündung 52b ist ein Rückschlagventil 74 vorgesehen. Das Rückschlagventil 74 gestattet ein Rückströmen des Kraftstoffs aus der Druckleitung 14 auf die Niederdruckseite 12n der zweiten Kraftstoffpumpe 12 bzw. der Hochdruckpumpe 12. Andererseits verhindert das Rückschlagventil 74 ein Strömen des Kraftstoffs aus der Kraftstoffverbindung 10 zum Kraftstoffvorratsbehälter 2.

In der zum Kraftstoffvorratsbehälter 2 führenden Rückleitung 52''' gibt es bei dem in der Fig. 8 dargestellten Ausführungsbeispiel, in Strömungsrichtung betrachtet, unmittelbar hinter der Abzweigung 52a eine Drossel 80.

Die Drosselquerschnittsfläche der Drossel 80 kann so dimensioniert werden, daß ein Teil des Kraftstoffs in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 und ein Teil des Kraftstoffs in die Kraftstoffverbindung 10 strömt. Die Dimensionierung kann so erfolgen, daß die Druckleitung 14 stets ausreichend gespült wird. Wegen der relativ kleinen Drosselquerschnittsfläche der Drossel 80 strömt der Kraftstoff eher in die Kraftstoffverbindung 10 und die evtl. im Kraftstoff enthaltenen Dampfblasen werden dafür durch die Drossel 80 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 gedrängt. Dadurch können Dampfblasen aus der Druckleitung 14 schnell entfernt werden, was bei einem Heißstart zu einem raschen Aufbau des Drucks in der Druckleitung 14 wesentlich beiträgt. Da über die Drossel 80 ein Teil des Kraftstoffs in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 abströmen kann, wird von der zweiten Kraftstoffpumpe 12 weniger Kraftstoff im Kurzschlußbetrieb umgepumpt. Dies macht sich insbesondere im Leerlauf und im Bereich der Teillast günstig bemerkbar. Bei der in der Fig. 8 dargestellten Ausführung ist die Gefahr einer Kavitation auf der Niederdruckseite 12n der zweiten Kraftstoffpumpe 12 wesentlich gemindert, und es wird beim Abstellen der Brennkraftmaschine eine Dampfblasenbildung in der Druckleitung 14 wesentlich verringert.

Das Druckventil 50 ist nach dem Speicherraum 44 angeordnet. Dies erlaubt ein Umpumpen des Kraftstoffs durch den Speicherraum 44, wodurch die Spülung der Druckleitung 14 wesentlich effektiver wird.

Bei dem in der Fig. 8 dargestellten Ausführungsbeispiel besteht die Möglichkeit, über die erste Kraftstoffpumpe 6 sowie über die zweite Kraftstoffpumpe 12 die Druckleitung 14 zu spülen, wobei der gegebenenfalls vorhandene Dampf vorzugsweise über die Drossel 80 zum Kraftstoffvorratsbehälter 2 strömt. Die Drossel 80 ist so dimensioniert, daß der im Normalbetrieb durch die Rückleitung 52''' zum Kraftstoffvorratsbehälter 2 fließende Kraftstoff so gering ist, daß es zu keiner nennenswerten Aufheizung des Inhalts des Kraftstoffvorratsbehälters 2 kommt. Durch diese in den Kraftstoff-

vorratsbehälter 2 zurückfließende Kraftstoffmenge ist sichergestellt, daß auch bei extremem Kurzschlußbetrieb von der ersten Kraftstoffpumpe 6 eine ausreichende Kraftstoff-Mindestmenge über die Kraftstoffverbindung 10 in die Druckleitung 14 eingespeist wird. Dadurch wird auch bei dem extremen Kurzschlußbetrieb eine zu starke Aufheizung des Kraftstoffs in der Druckleitung 14 verhindert. Der extreme Kurzschlußbetrieb stellt sich dann ein, wenn die Brennkraftmaschine mit hoher Drehzahl läuft, aber wegen geringer Belastung kein oder wenig Kraftstoff über die Kraftstoffventile 16 abgespritzt wird.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann die Drossel 80 mit einer veränderbaren Drosselquerschnittsfläche versehen sein. Die Drossel 80 kann so ausgeführt sein, daß die wirksame Drosselquerschnittsfläche je nach Betriebsbedingung, bzw. je nach Bedarf größer oder kleiner wird. Man kann beispielsweise den die Drosselquerschnittsfläche begrenzenden Werkstoff so auswählen, daß dieser Werkstoff einen bestimmten definierten Wärmedehnungskoeffizienten besitzt. Den Werkstoff kann man vorzugsweise so auswählen, daß sich mit steigender Temperatur des Kraftstoffs die Gestalt des Werkstoffs so verändert, daß die Drosselquerschnittsfläche größer wird. Dadurch wird die zum Kraftstoffvorratsbehälter 2 strömende Kraftstoffmenge mit steigender Temperatur größer.

Man kann die Drossel 80 beispielsweise auch mit einem verstellbaren Ventilkörper versehen, wobei die Drossel 80 so ausgebildet ist, daß sich bei einer Verstellung des Ventilkörpers die Größe der Drosselquerschnittsfläche verändert. Ein vom Kraftstoff umspültes, sogenanntes Dehnstoffelement betätigt den Ventilkörper. Das Dehnstoffelement verstellt den Ventilkörper in der Weise, daß mit steigender Temperatur die Drosselquerschnittsfläche größer wird. Es kann auch daran gedacht werden, den Ventilkörper ggf. über einen Elektromagneten temperaturabhängig zu steuern.

Die Fig. 9 zeigt ein weiteres, bevorzugt ausgewähltes, besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel.

Bei dem in der Fig. 8 dargestellten Ausführungsbeispiel wird der durch die Rückleitung 52''' in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 strömende Kraftstoff im wesentlichen nur im Bereich der im Pumpengehäuse 12g vorgesehenen Drossel 80 gedrosselt.

Bei dem in der Fig. 9 dargestellten Ausführungsbeispiel umfaßt die Drossel 80 eine erste Drosselstelle 80a und eine zweite Drosselstelle 80b. Die erste Drosselstelle 80a befindet sich im Bereich der zweiten Kraftstoffpumpe 2, und die zweite Drosselstelle 80b ist am Ende der Rückleitung 52''' bzw. im Bereich des Endes der Rückleitung 52''' angeordnet. Da die Drossel 80 zwei Drosselstellen 80a, 80b umfaßt, oder sogar mehr als zwei in Reihe geschaltete Drosselstellen, kann die Drosselquerschnittsfläche der einzelnen Drosselstelle 80a, 80b bei gleicher Gesamtwirkung etwas größer sein, was die Schmutzempfindlichkeit der Drossel 80 wesentlich reduziert. Zusätzlich wird durch die zweite Drosselstelle 80b im Bereich des Kraftstoffvorratsbehälters 2 der Druck in der zum Kraftstoffvorratsbehälter 2 führenden Rückleitung 52''' etwas angehoben, so daß der Kraftstoff in dieser Rückleitung 52''' weniger ausdampft, wodurch sich der Wärmeübergang vom Kraftstoff an die Umgebung wesentlich verbessert, was zu einer weiter verbesserten Kühlung des Kraftstoffs führt. Auch bei dem in der Fig. 9 dargestellten Ausführungsbeispiel kann die Drosselstelle 80a und/oder die Drosselstelle 80b, wie in der Fig. 8 gezeigt, vorzugsweise temperatur-

abhängig veränderbar sein.

Die Fig. 10 zeigt ein weiteres, bevorzugt ausgewähltes, vorteilhaftes Ausführungsbeispiel. In der Fig. 11 ist, der besseren Übersichtlichkeit wegen, ein Ausschnitt aus der Fig. 10 mit geändertem Maßstab nochmals wiedergegeben.

Bei dem in den Fig. 10 und 11 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Drossel 80 druckabhängig veränderbar.

Die Drossel 80 ist in der Rückleitung 52'', in Strömungsrichtung betrachtet, hinter der Abzweigung 52a vorgesehen. Die Drossel 80 umfaßt einen konstanten Drosselquerschnitt 80d und einen veränderbaren Drosselquerschnitt 80e (Fig. 11).

Zur Veränderung des veränderbaren Drosselquerschnitts 80e ist in einem Ventilgehäuse 80f ein Ventilelement 80g verschiebbar gelagert. Im Ventilgehäuse 80f ist noch ein Ventilsitz 80h, eine Ventildfeder 80i und ein Druckraum 80k vorgesehen. Das Ventilgehäuse 80f und das Pumpengehäuse 12g sind vorzugsweise körperlich in einem gemeinsamen Block zusammengefaßt.

Ein Bypass 80m (Fig. 11) zweigt, in Strömungsrichtung betrachtet, vor dem konstanten Drosselquerschnitt 80d aus der Rückleitung 52''' ab. Der Bypass 80m führt durch das Ventilgehäuse 80f und mündet, in Strömungsrichtung betrachtet, hinter dem konstanten Drosselquerschnitt 80d in die Rückleitung 52'''. Das Ventilelement 80g ist innerhalb des Ventilgehäuses 80f axial verschiebbar. Die Ventildfeder 80i ist bestrebt, das Ventilelement 80g vom Ventilsitz 80h abzuheben. Wenn das Ventilelement 80g vom Ventilsitz 80h abgehoben hat, dann ist der Bypass 80m geöffnet. Liegt das Ventilelement 80g am Ventilsitz 80h an, dann ist der Bypass 80m geschlossen. Der Druck im Druckraum 80k wirkt auf das Ventilelement 80g und kann das Ventilelement 80g entgegen der Ventildfeder 80i gegen den Ventilsitz 80h betätigen. Der Druckraum 80k ist über eine Steuerleitung 80s mit der Hochdruckseite 12h bzw. an einer geeigneten Stelle mit der Druckleitung 14 verbunden (Fig. 10). Der Druck im Leitungsabschnitt 42 bzw. im Speicherraum 44 wirkt über die Steuerleitung 80s im Druckraum 80k auf das Ventilelement 80g (Fig. 11). Je nach Höhe des Drucks im Druckraum 80k ist der Bypass 80m geöffnet oder geschlossen. Abhängig davon ist der Gesamtdurchflußwiderstand durch die druckabhängig veränderbare Drossel 80 mehr oder weniger groß.

Beim Starten der Brennkraftmaschine ist der Druck in der Druckleitung 14 null bzw. niedrig, so daß das Ventilelement 80g vom Ventilsitz 80h abgehoben hat und der Bypass 80m geöffnet ist. Somit kann beim Starten der Brennkraftmaschine der überwiegende Teil des Kraftstoffs über die Drossel 80 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 abströmen, was eine günstige Möglichkeit zum Spülen der Druckleitung 14, insbesondere des Speicherraums 44, schafft. Während des Starts der Brennkraftmaschine steigt der Druck in der Druckleitung 14. Mit Überschreiten eines bestimmten Drucks in der Druckleitung 14 bzw. im Druckraum 80k bewegt sich das Ventilelement 80g gegen den Ventilsitz 80h und schließt den Bypass 80m. Dadurch steigt der Durchflußwiderstand durch die Drossel 80 an. Dies führt dazu, daß die zum Kraftstoffvorratsbehälter 2 abströmende Kraftstoffmenge kleiner wird und ein erheblicher Teil des Kraftstoffs durch das Rückschlagventil 74 in die Kraftstoffverbindung 10 gelangt.

Dies hat den Vorteil, daß beim Starten der Brennkraftmaschine eine gute Spülung der Druckleitung 14 möglich ist, und während des normalen Betriebs der

Brennkraftmaschine wird der Kraftstoff im Kraftstoffvorratsbehälter 2 weniger stark erwärmt, wie dies der Fall wäre, wenn sämtlicher überschüssig geförderter Kraftstoff in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 zurückgeführt würde.

Die Fig. 12 zeigt denselben Bereich aus der Fig. 10 wie die Fig. 11, jedoch mit einigen beispielhaft ausgewählten Abwandlungen.

Bei dem in der Fig. 12 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der konstante Drosselquerschnitt 80d in den Bereich des veränderbaren Drosselquerschnitts 80e integriert. Man kann beispielsweise den Ventilsitz 80h mit einer Kerbe versehen, damit auch bei vollständig gegen den Ventilsitz 80h betätigtem Ventilielglied 80g Kraftstoff durch die Kerbe strömen kann, so daß die Drossel 80 nicht vollständig geschlossen wird.

Auch bei dem in der Fig. 10 dargestellten Ausführungsbeispiel kann in der Rückleitung 52''' im Bereich des Kraftstoffvorratsbehälters 2 eine Drosselstelle vorgesehen sein, die der in der Fig. 9 gezeigten zweiten Drosselstelle 80b entspricht.

Der Druck im Druckraum 80k, der vorhanden sein muß, um das Ventilielglied 80g gegen den Ventilsitz 80h zu betätigen, kann durch entsprechende Wahl der Ventilfeeder 80i bzw. des vom Druck im Druckraum 80k beaufschlagten Querschnitts des Ventilielglieds 80g beliebig festgelegt werden.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß insbesondere auch eine Kombination des in der Fig. 8 und des in der Fig. 10 dargestellten Ausführungsbeispiels möglich ist. Es kann beispielsweise die Drossel 80 so ausgebildet sein, daß sie druckabhängig (Fig. 10) und auch temperaturabhängig (Fig. 8) steuerbar ist.

Bei dem in der Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel zweigt die Rückleitung 52' unmittelbar im Bereich der Hochdruckseite 12h aus der Druckleitung 14 ab. Dies bietet den Vorteil besonders kurzer Leitungswege. Bei den in den Fig. 1, 2, 6, 8, 9, 10 dargestellten Ausführungsbeispielen zweigen die Rückleitungen 52, 52'', 52''' so weit hinten, in Strömungsrichtung betrachtet, aus der Druckleitung 14 ab, daß ein wirkungsvolles Spülen der Druckleitung 14, insbesondere auch des Speicherraumes 44, möglich ist.

Patentansprüche

1. Kraftstoffversorgungsanlage zum Zuliefern von Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine, mit einem Kraftstoffvorratsbehälter, einer ersten Kraftstoffpumpe (6), einer zweiten Kraftstoffpumpe (12) und mit mindestens einem Kraftstoffventil, wobei die erste Kraftstoffpumpe (6) den Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter in eine Kraftstoffverbindung fördert und die zweite Kraftstoffpumpe (12) den Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung über eine Druckleitung zum Kraftstoffventil fördert, über das der Kraftstoff zumindest indirekt in einen Brennraum der Brennkraftmaschine gelangen kann, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Entlastungseinrichtung (33, 33a, 33b, 33') vorgesehen ist, durch die der Druck des Kraftstoffs in der Druckleitung (14) in Abhängigkeit von einer Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine absenkbar ist.
2. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Entlastungseinrichtung (33, 33a, 33b) den Kraftstoff aus der Druckleitung (14) über die Kraftstoffverbindung (10) in den Kraftstoffvorratsbehälter (2) führt.

3. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Entlastungseinrichtung (33, 33b) den Kraftstoff aus der Druckleitung (14) in die Kraftstoffverbindung (10) führt.

4. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kraftstoff aus der Druckleitung (14) durch die Entlastungseinrichtung (33') unter Umgehung der Kraftstoffverbindung (10) in den Kraftstoffvorratsbehälter (2) geführt wird.

5. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Entlastungseinrichtung (33', 33v) elektrisch steuerbar ist.

6. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Druckleitung (14) ein Speicherraum (44) vorgesehen ist.

7. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine einen Speisedruck in der Kraftstoffverbindung (10) beeinflussende Ventileinrichtung (30, 30c, 30d) vorgesehen ist, die den Speisedruck in Abhängigkeit von der Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine verändert.

8. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ventileinrichtung (30, 30c) in Abhängigkeit der Betriebsbedingung zwecks Verändern des Speisedrucks elektrisch ansteuerbar ist.

9. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ventileinrichtung (30, 30d) einen vom durch die Ventileinrichtung (30, 30d) strömenden Durchflußstrom des Kraftstoffs abhängigen Durchflußwiderstand besitzt.

10. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ventileinrichtung (30, 30c, 30d) in einer von der Kraftstoffverbindung (10) in den Kraftstoffvorratsbehälter (2) führenden Kraftstoffleitung (22) vorgesehen ist.

11. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Kraftstoffleitung (22) wirkungsmäßig in Reihe zur Ventileinrichtung (30, 30c, 30d) ein Drucksteuerventil (26) vorgesehen ist.

12. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Durchlaßeinrichtung (40, 40') vorgesehen ist, durch die die erste Kraftstoffpumpe (6), ohne von der zweiten Kraftstoffpumpe (12) wesentlich behindert zu sein, in die Druckleitung (14) fördern kann.

13. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Verlauf der Druckleitung (14) ein ein Strömen des Kraftstoffs aus Richtung des Kraftstoffventils (16) in Richtung der zweiten Kraftstoffpumpe (12) im wesentlichen verhinderndes Druckhalteventil (64) und ein zwischen der zweiten Kraftstoffpumpe (12) und dem Druckhalteventil (64) abzweigendes Druckschaltventil (66) vorgesehen sind.

14. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ventileinrichtung (30) ein durch Steuersignale blockierbarer Druckregler (70) ist.

15. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**

net, daß eine aus der Druckleitung (14) in die Kraftstoffverbindung (10) führende Rückleitung (52', 52'') vorgesehen ist.

16. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine aus der Druckleitung (14) in den Kraftstoffvorratsbehälter (2) führende Rückleitung (52, 52''') vorgesehen ist.

17. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 15 und 16, dadurch gekennzeichnet, daß in der in die Kraftstoffverbindung (10) führenden Rückleitung (52', 52'') ein Rückschlagventil (74) und in der in den Kraftstoffvorratsbehälter (2) führenden Rückleitung (52, 52''') eine Drossel (80, 80a, 80b, 80d, 80e) vorgesehen sind.

18. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Drossel (80, 80a) temperaturabhängig steuerbar ist.

19. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Drossel (80, 80e) druckabhängig steuerbar ist.

20. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoffversorgungsanlage zum Zuliefern von Kraftstoff, die einen Kraftstoffvorratsbehälter, eine erste Kraftstoffpumpe (6), eine zweite Kraftstoffpumpe (12) und mindestens ein Kraftstoffventil umfaßt, wobei die erste Kraftstoffpumpe (6) den Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter in eine Kraftstoffverbindung fördert und die zweite Kraftstoffpumpe (12) den Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung über eine Druckleitung zum Kraftstoffventil fördert, über das der Kraftstoff zumindest indirekt in einen Brennraum der Brennkraftmaschine gelangen kann, dadurch gekennzeichnet, daß eine Entlastungseinrichtung (33, 33a, 33b, 33') vorgesehen ist, durch die der Druck des Kraftstoffs in der Druckleitung (14) in Abhängigkeit von einer Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine abgesenkt wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Entlastungseinrichtung (33', 33v) elektrisch angesteuert ist.

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

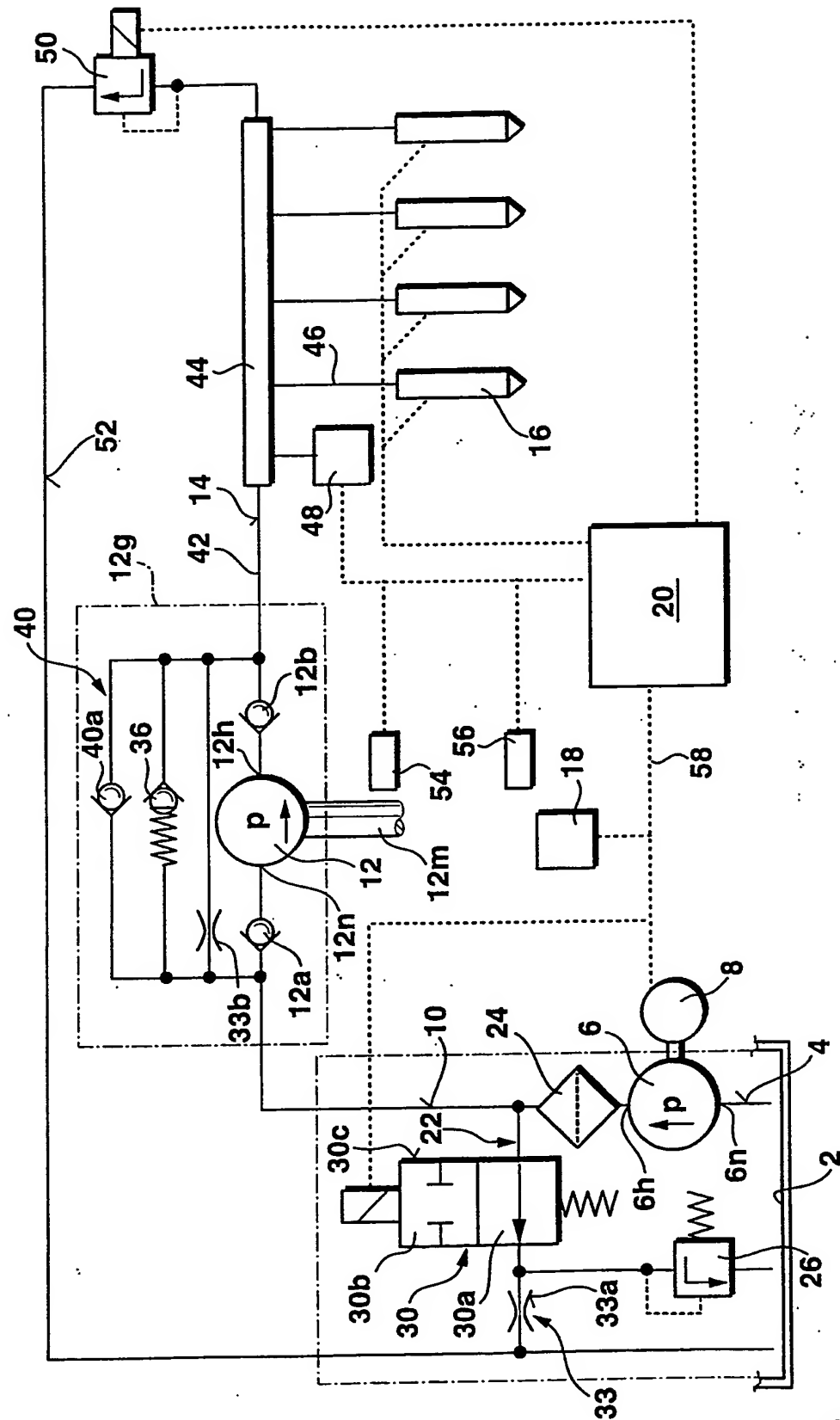


Fig. 2

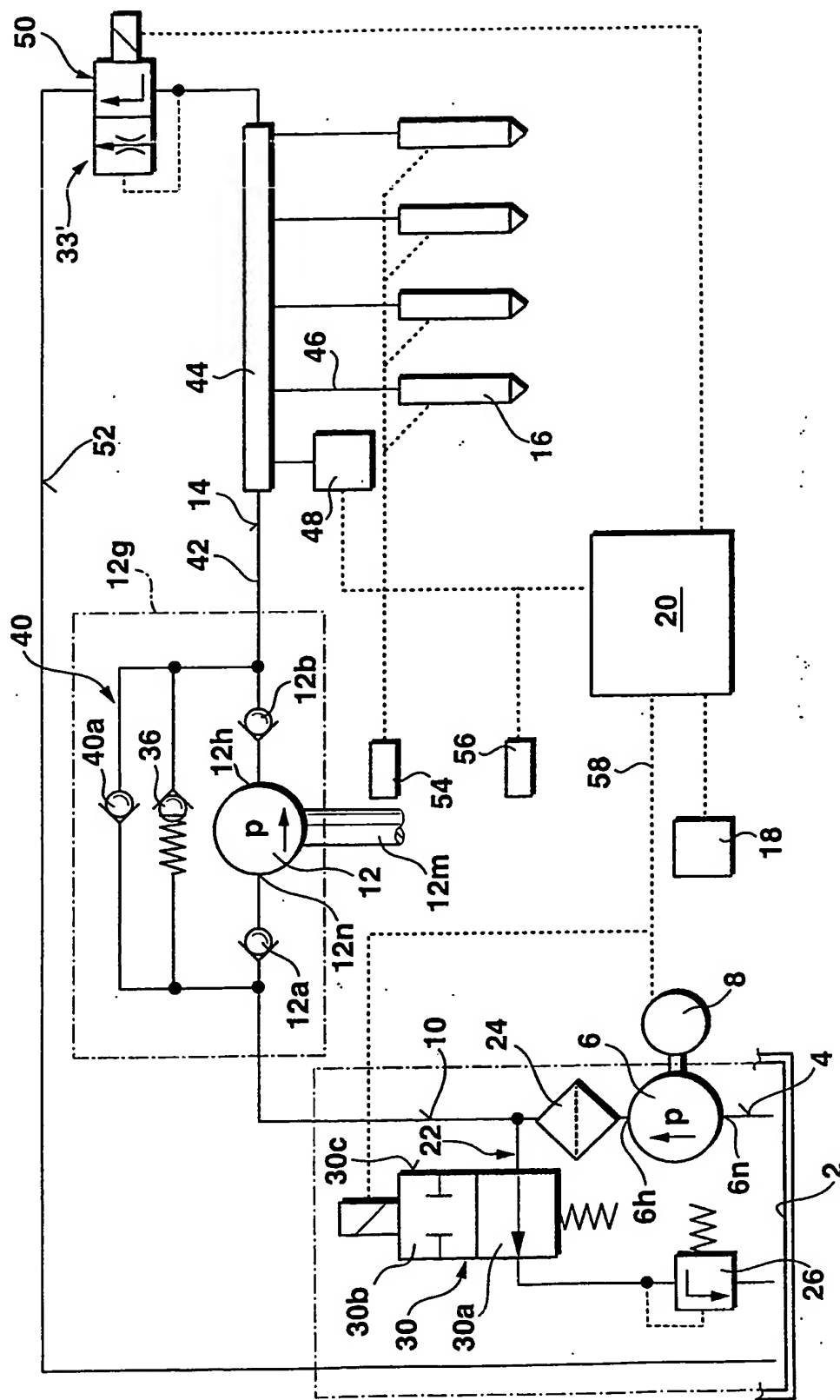


Fig. 3

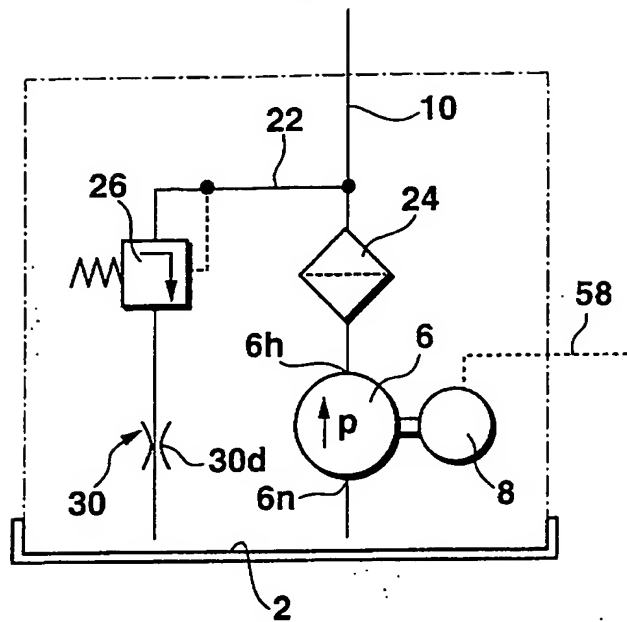


Fig. 4

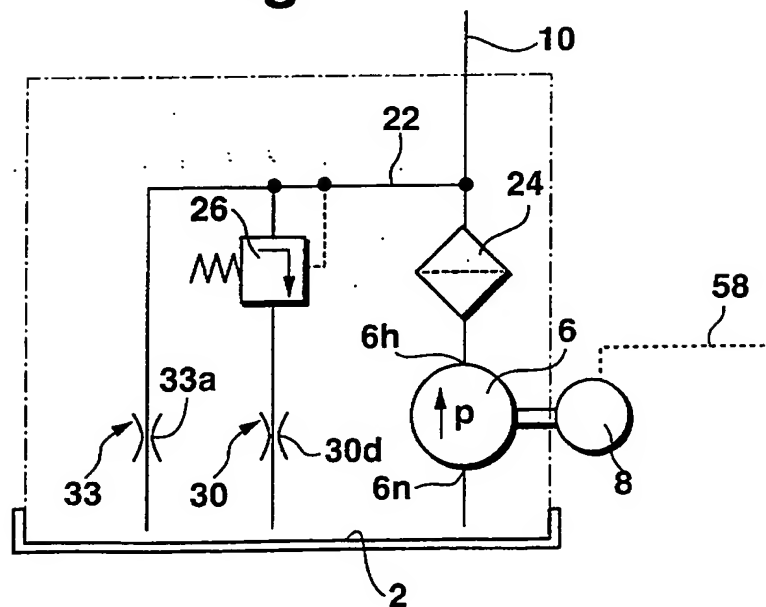


Fig. 5

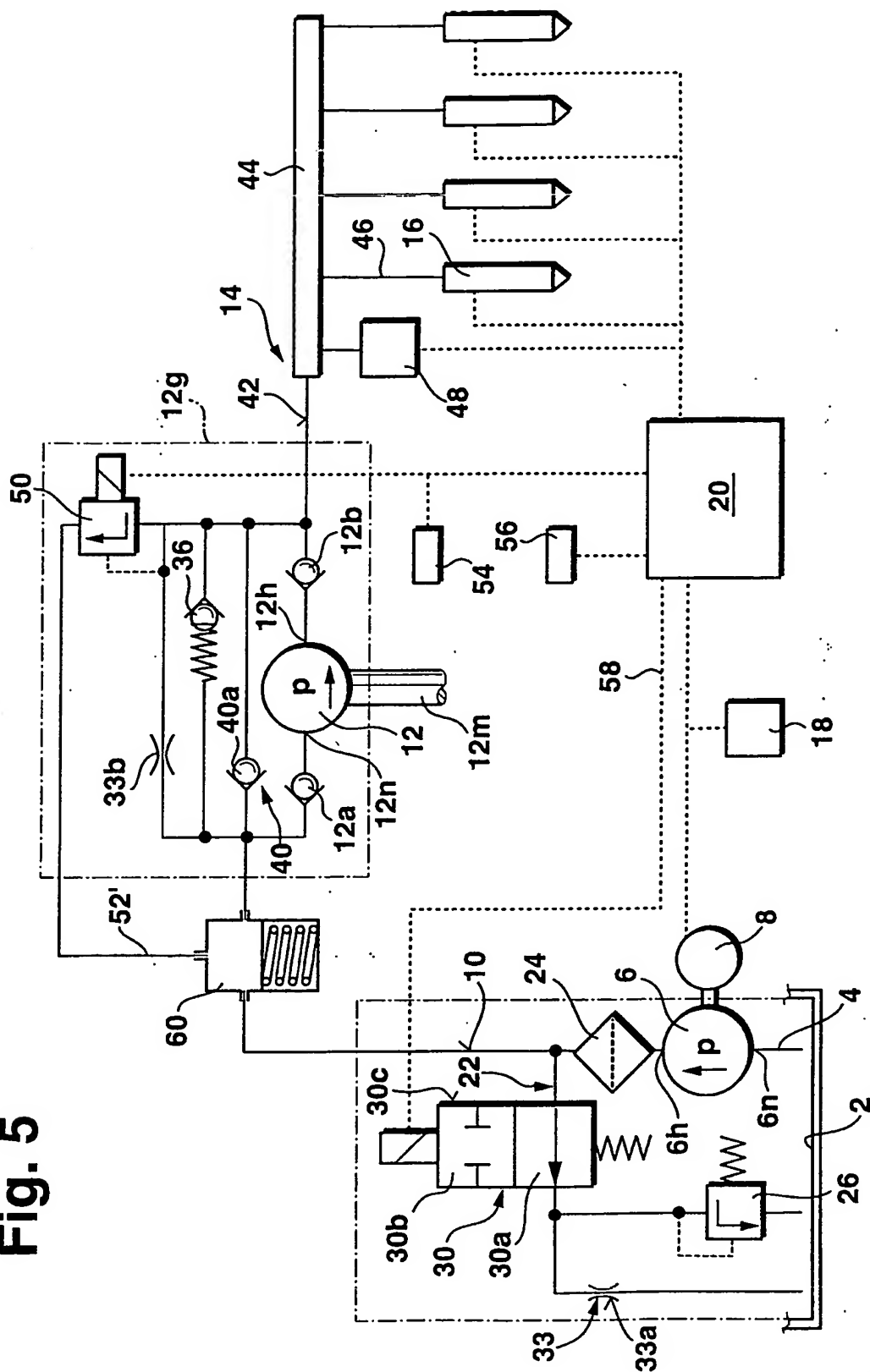


Fig. 6

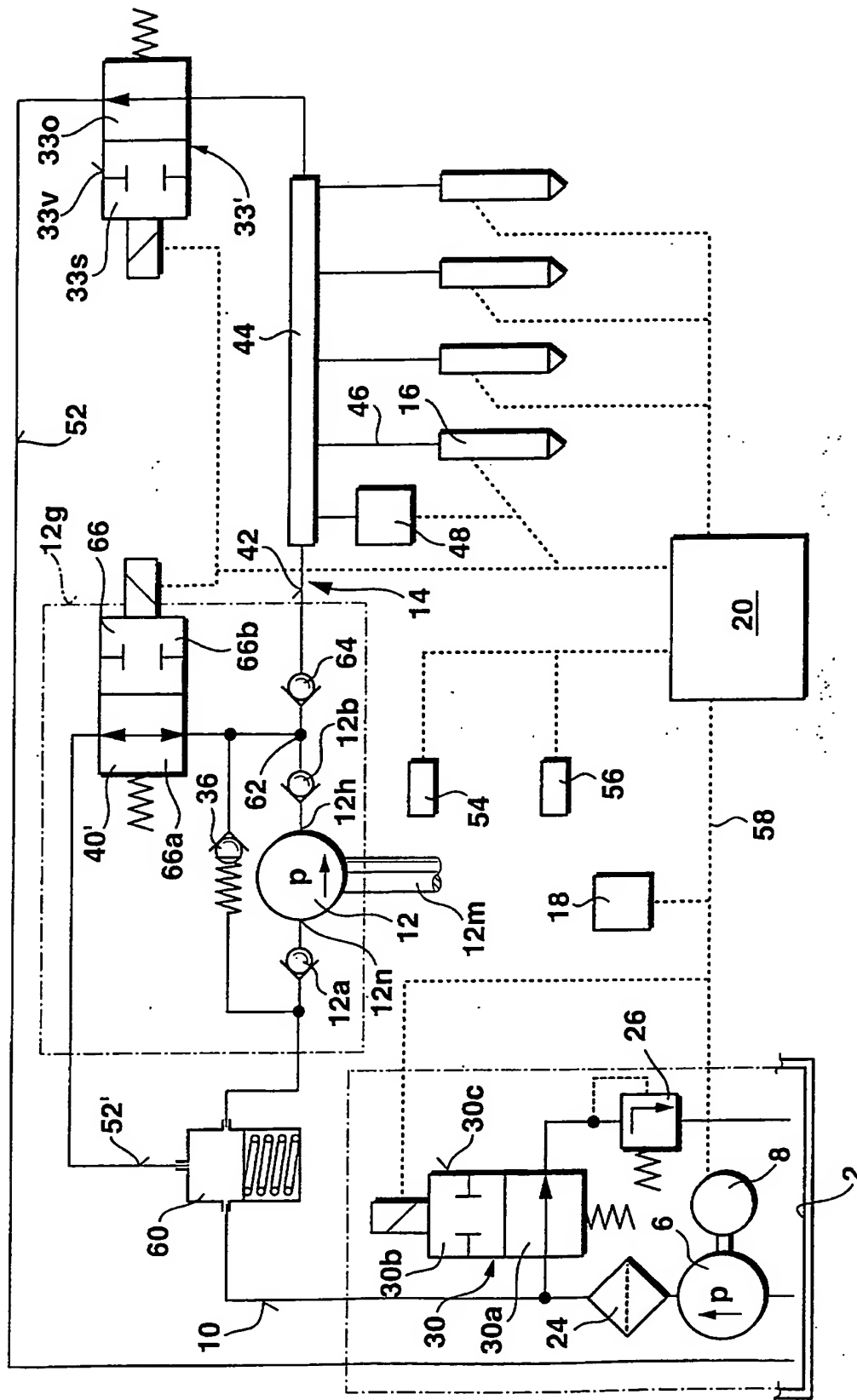


Fig. 7

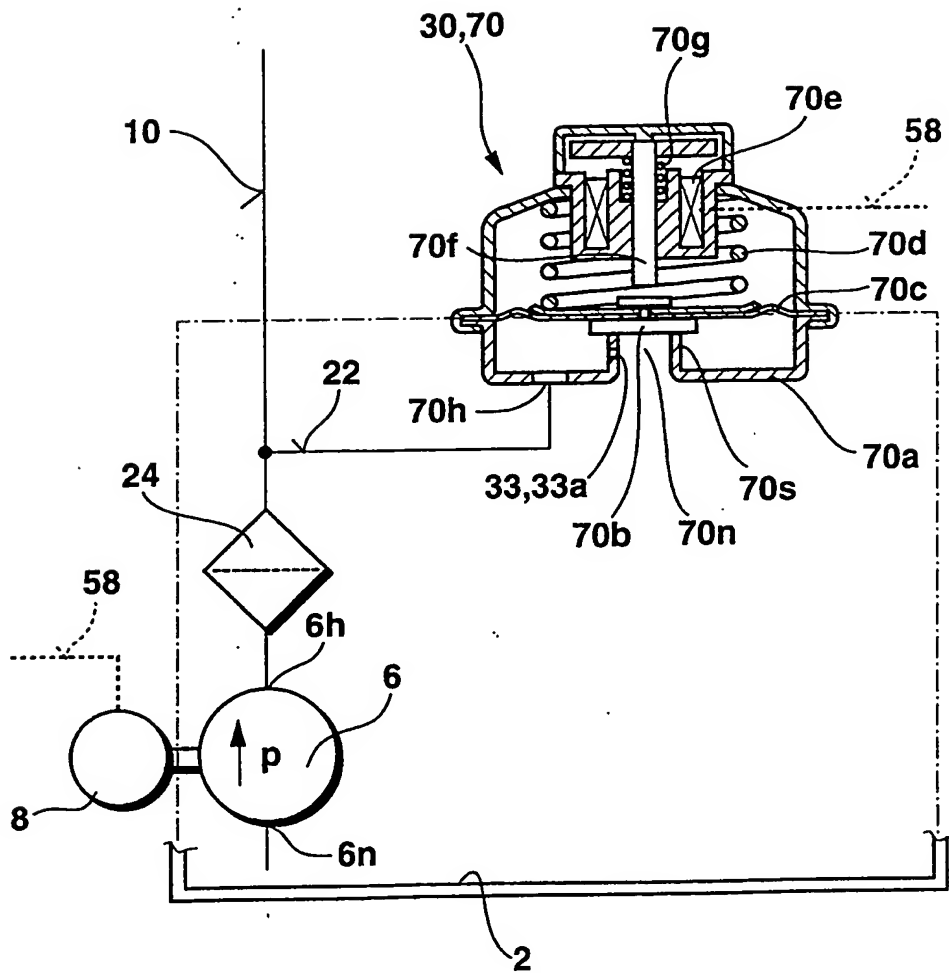


Fig. 8

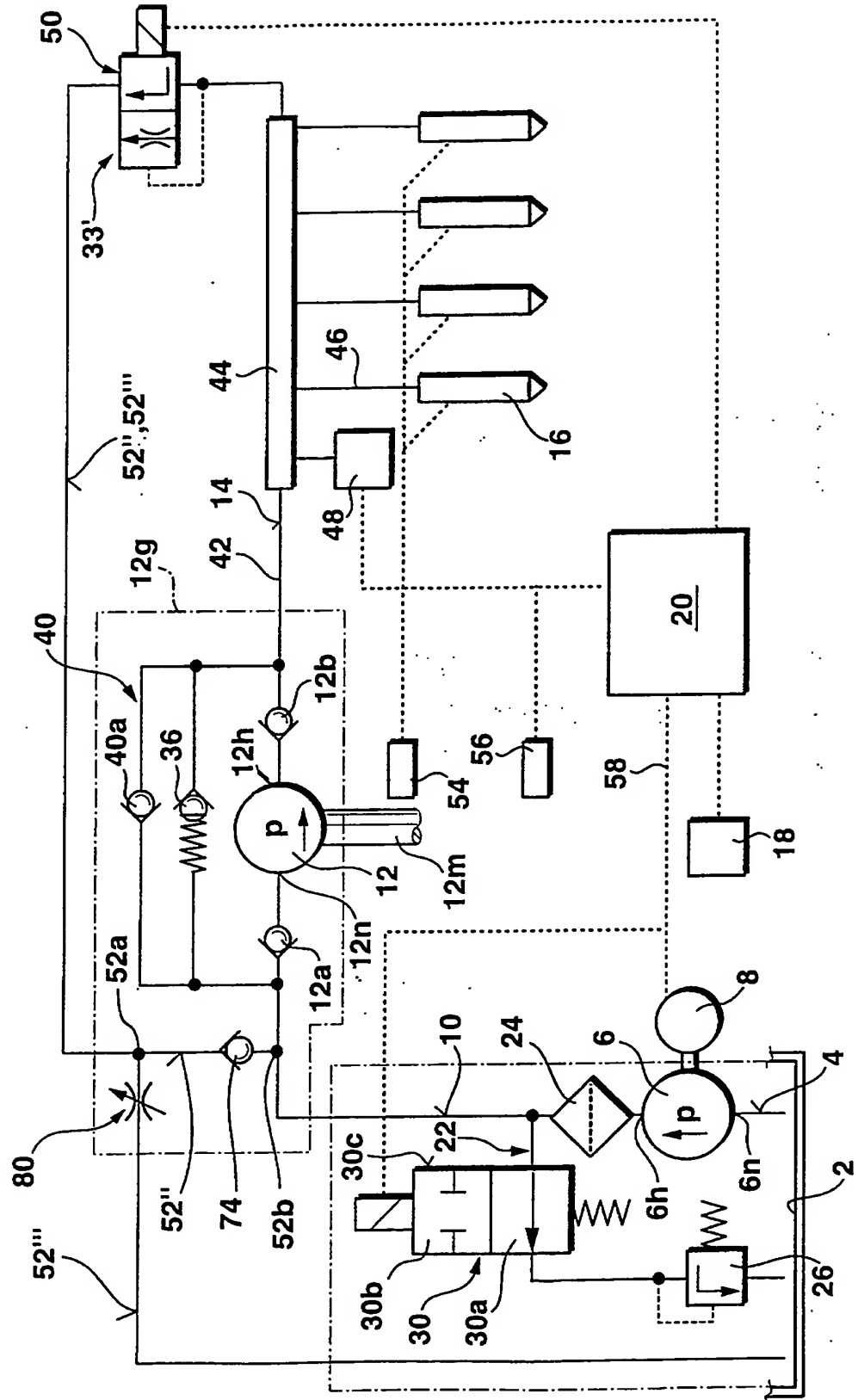


Fig. 9

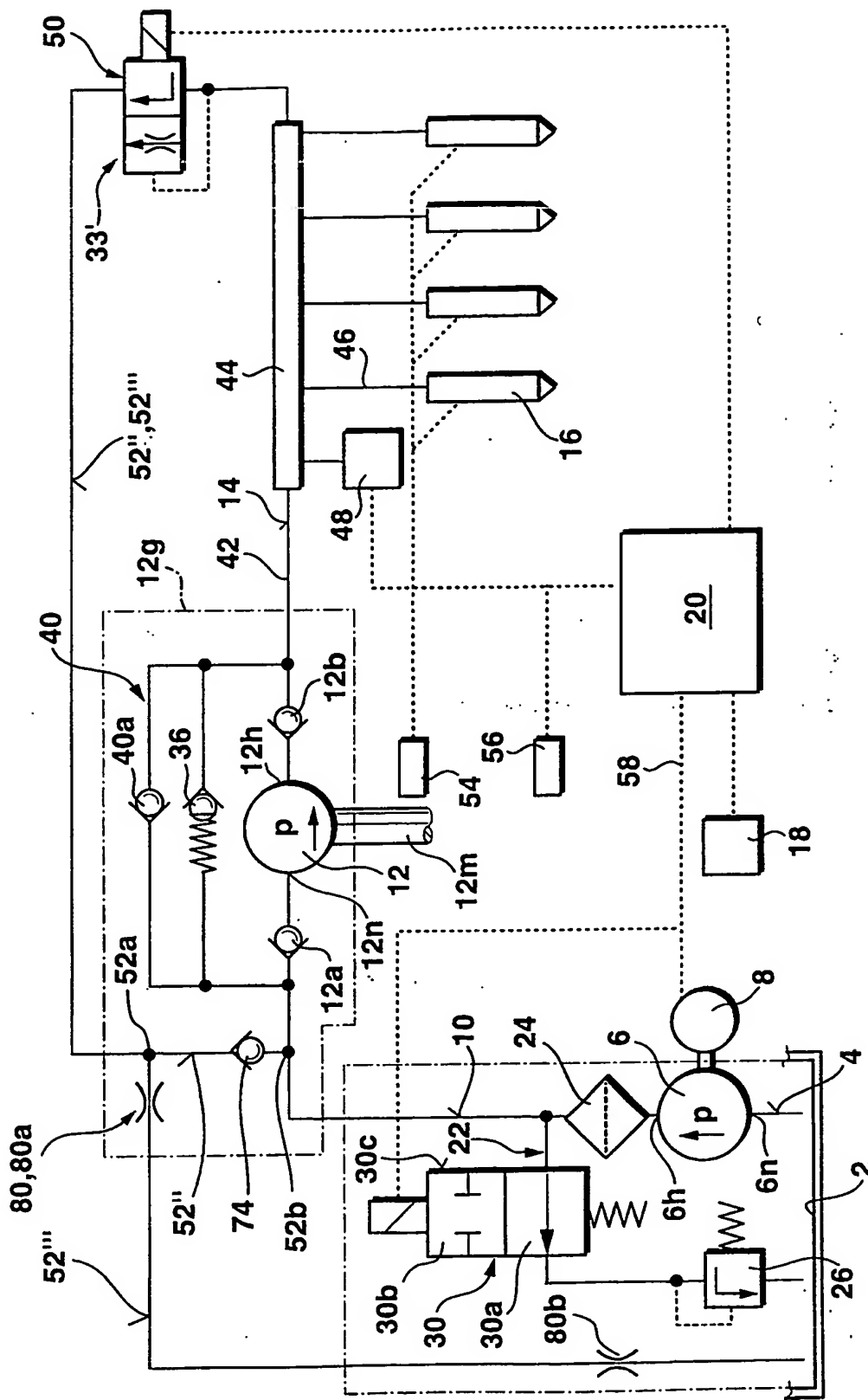


Fig. 10

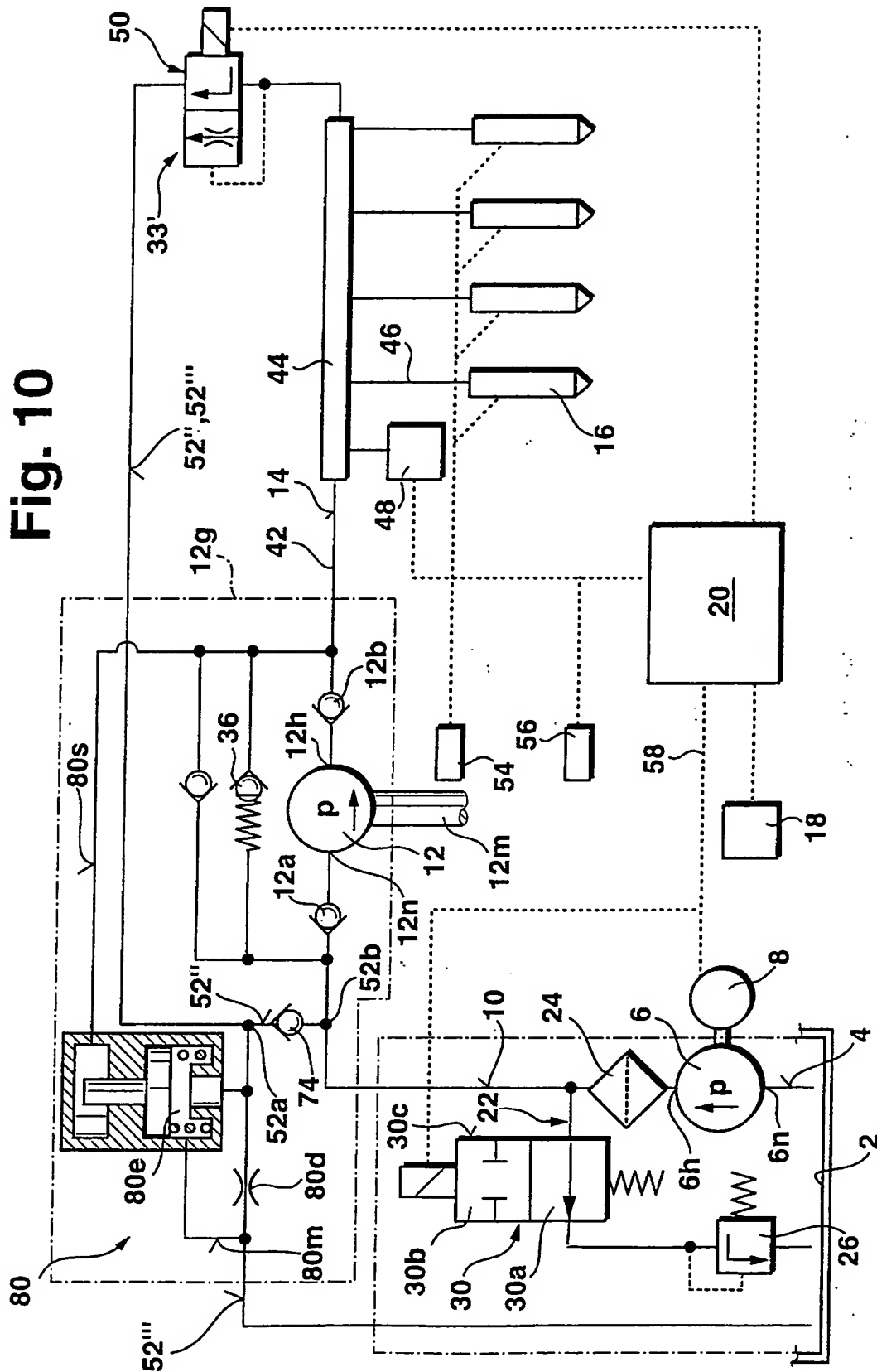


Fig. 11

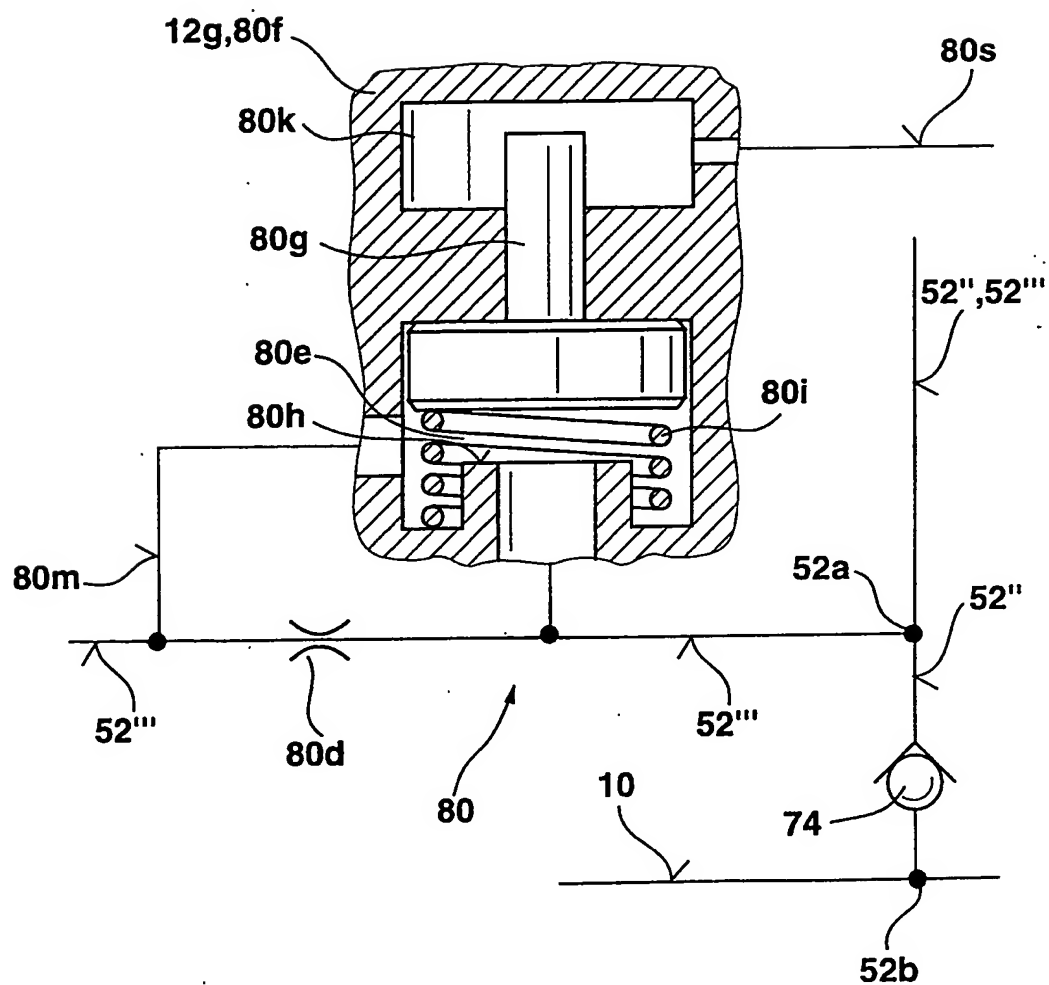
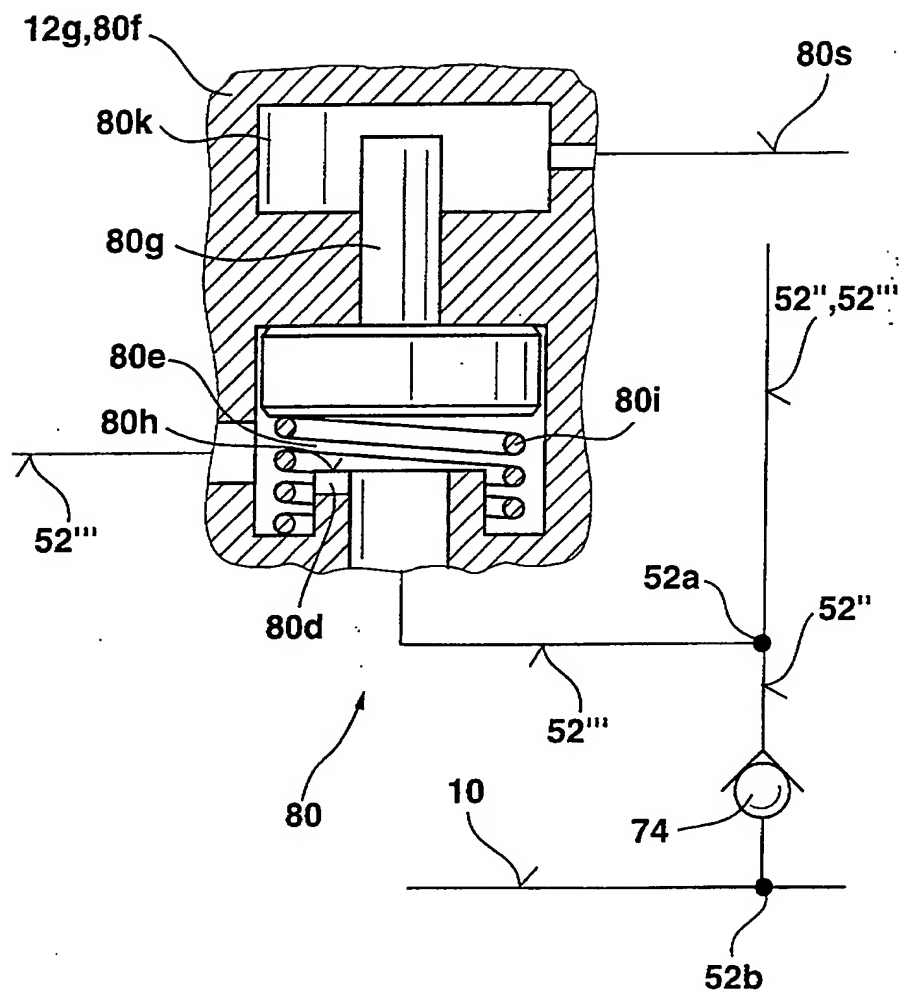


Fig. 12



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)